N° 14 31 OCTOBRE 1938

# Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1910).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).

DIRECTEUR :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris


## CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

### Théorie sur le mécanisme des radiations.

*(Suite et fin.)*

Dans un article récent nous avons montré que le mécanisme des diverses radiations qui se propagent avec la vitesse de la lumière, c'est-à-dire les radiations électromagnétiques, calorifiques, lumineuses, ultra-violettes et les rayons X et $\gamma$, pouvaient s'expliquer par l'hypothèse de deux corpuscules de charge égale mais de signe contraire formant un couple. Nous avons désigné sous le nom de magnéto-photon chacun de ces corpuscules.

Pour la lumière naturelle et la lumière elliptique, leur trajectoire correspond à un mouvement hélicoïdal.

Dans l'étude précédente nous nous sommes attachés à décrire principalement la partie mécanique.

Notre but est maintenant de faire connaître certaines conséquences qui en découlent.

Après diverses recherches, nous avons été amenés à conclure que l'énergie d'un magnéto-photon devait être égale à la constante de planche $h$. La puissance due au magnéto-photon d'une radiation de période T serait ainsi égale à $h/\mathrm{T}$. La puissance du photon lui-même serait alors exprimée par $2\ h/\mathrm{T}$ et sa masse $p$ par $2\ h/\mathrm{T}c$, $c$ étant la vitesse de la lumière. Comme $c\mathrm{T} = \lambda$, nous aurions ainsi pour la masse du photon $p = 2\ h/\lambda c$.

On sait qu'un atome qui émet une radiation perd une quantité d'énergie $nh$. Ce qui précède limiterait dont à $2\ h$ la quantité minimum d'énergie susceptible d'être perdue par un corps quelconque.

*Energie cinétique des photons.*

Nous devons préciser tout d'abord que lorsque nous parlons de masse du photon il ne s'agit, en réalité, que d'une simple relation mécanique entre l'énergie $2\ h$ du photon, sa vitesse et la période de vibration T.

Une conséquence de la masse $\frac{2\,h}{\mathrm{T}c}$ que nous avons attribuée au photon, est que si la période de vibration T tend vers l'infini, c'est-à-dire si le photon tend vers le repos, le rapport $\frac{2\,h}{\mathrm{T}c}$ qui équivaut à la masse du photon, tend vers zéro. Cette conséquence n'est pas sans intérêt, car elle concorde tout à fait avec l'idée que l'on s'était déjà faite antérieurement, à savoir que la masse du photon est une masse fictive, une entité mathématique d'ailleurs commode. La seule réalité serait ainsi l'énergie du photon $2\ h$ ou sa charge électrique $2h/c$, l'une étant d'ailleurs la conséquence de l'autre et vice versa.

Du fait que nous avons attribué au photon un mouvement rotationnel, il résulte que l'énergie cinétique du photon ne doit pas être représentée par la formule usuelle $\mathrm{W} = \frac{1}{2}pc^2$, qui ne tient compte que de l'énergie cinétique de translation. Il faut lui ajouter l'énergie cinétique de rotation $\frac{\mathrm{I}\omega^2}{2}$ si on désigne par I le moment d'inertie du photon.

L'expression de l'énergie cinétique est alors :

$$\mathrm{W} = \frac{1}{2}pc^2 + \frac{\mathrm{I}\omega^2}{2}$$

Si $f$ est la fréquence et $r$ la distance d'un magnéto-

photon, au centre de gravité, en remplaçant la vitesse angulaire $\omega$ par $2\pi f$ et I par $pr^2$, on a :

$$W = \frac{pc^2}{2} + 2\pi^2 f^2 pr^2$$

Comme d'autre part,

$$c = f\lambda$$

$$W = \frac{pf^2\lambda^2}{2} + 2pf^2\pi^2 r^2$$

d'où

$$W = \frac{pf^2}{2}(\lambda^2 + 4\pi^2 r^2)$$

Si on remplace $p$ par sa valeur $\frac{2h}{\lambda c}$, on obtient :

$$W = \frac{hf^2}{\lambda c}(\lambda^2 + 4\pi^2 r^2)$$

et ainsi

$$W = \frac{hfc}{\lambda^2 c}(\lambda^2 + 4\pi^2 r^2) = hf\left(1 + \frac{4\pi^2 r^2}{\lambda^2}\right)$$

Comme $r$ est très petit par rapport à $\lambda$, le rapport $\frac{4\pi^2 r^2}{\lambda^2}$ peut être considéré comme négligeable. Nous obtenons alors

$$W = hf.$$

On voit ainsi que par les seules considérations qui viennent d'être exposées nous retrouvons la formule d'EINSTEIN, laquelle a été vérifiée par l'expérience. Cela justifie donc indirectement la valeur $h\lambda c$ que nous avons attribuée à la masse du magnéto-photon.

*Charge du photon.*

Après avoir attribué à la masse du photon en mouvement la valeur $2h/\lambda c$, nous nous sommes demandés, naturellement, comment on pouvait relier ceci à l'électromagnétisme. Nous avons été conduits ainsi à admettre que la charge électrique du photon est ce que l'on pourrait appeler sa masse au repos, si on peut employer cette désignation. Il en résulte que la charge élémentaire $\mu$ de chaque magnéto-photon serait égale à $h/c$ et, par conséquent, la charge élémentaire du photon lui-même égale à $2h/c$.

En calculant la valeur du rapport $\mu = \frac{h}{c}$ on trouve :

$$\frac{h}{c} = \frac{6,554}{2\ 3.10^{37}} = 109235.10^{-42}$$

Or, 109.235 est presque exactement le même nombre que la constante de RYDBERG R = 109.678. D'ailleurs, pour le calcul ci-dessus, nous avons pris la vitesse de la lumière dans le vide $3.10^{10}$, mais, comme toutes les expériences qui servent à déterminer R se font dans l'air, il semble qu'il serait plus exact de prendre la vitesse de la lumière non dans le vide mais dans l'air, c'est-à-dire $2{,}99.10^{10}$. On trouve alors :

$$\mu = 109598.10^{-42}$$

Tout fait penser qu'il ne s'agit pas là d'une simple coïncidence et il est déjà très intéressant de constater le lien étroit qui relie ainsi la masse élémentaire du photon avec un nombre fondamental comme la constante de RYDBERG, que l'on retrouve dans la plupart des formules donnant les nombres d'ondes des radiations.

*Relation entre le photon et l'électron.*

Les physiciens ont toujours été convaincus qu'il devait exister une relation entre l'électron et le photon mais, jusqu'ici, cette idée générale n'avait pas donné lieu à l'établissement d'une relation simple entre ces deux unités fondamentales.

L'énergie mutuelle V produite dans le photon par l'existence de deux charges $h/c$ situées à une distance $2r$, si on admettait que la répartition de ces charges est ponctuelle, serait donnée par :

$$V = \frac{1}{\varepsilon}\frac{h^2}{2rc^2}$$

Dans le vide la constance $\Sigma$ étant égale à /, on aurait :

$$V_0 = \frac{h^2}{2rc^2}$$

En remplaçant $h$ et $c$ par leur valeur, on trouve

$$V_0 = \frac{4.77.10^{-74}}{2r}$$

Au lieu de chercher à calculer l'énergie mutuelle résultant des charges du photon, détermination sujette à une certaine incertitude puisque nous ne connaissons pas comment sont réparties ces charges, il semble préférable de considérer l'énergie transportée.

Nous avons trouvé pour l'expression du champ électrique et du champ magnétique du photon dans le vide :

$$E = H = \frac{2\mu}{r^2} = \frac{2h}{cr^2}$$

D'autre part, on sait que l'énergie par unité de surface d'un champ électromagnétique est égale à :

$$\frac{W}{S} = \frac{1}{8\pi}(E^2 + H^2)$$

La totalité de l'énergie d'un photon passe en une période T dans la surface $\pi r^2$, puisque les champs électriques et magnétiques sont nuls en dehors du cylindre sur lequel sont tracées les trajectoires hélicoïdales des magnéto-photons.

L'énergie d'un photon peut donc être exprimée par

$$W = \frac{h^2.\pi r^2}{\pi c^2 r^4} = \frac{h^2}{c^2 r^2}$$

ou

$$W = \frac{4.77.10^{-74}}{r^2}$$

D'autre part, on sait que la charge d'un électron est $e = 4{,}774.10^{-10}$ c'est-à-dire à peu près exactement le même numérateur. Cela nous a amenés à conclure que la charge d'un électron est égale à $10^{64}$ fois le carré du rapport de la constante de PLANCK à la vitesse de la lumière.

Ce qui précède montre qu'une partie de l'énergie des radiations provient du potentiel créé par deux charges électriques en équilibre. Ceci explique aussi que toutes les fois qu'on a essayé de mesurer l'énergie purement mécanique du photon (pression de lumière),

on a toujours trouvé des chiffres très faibles, nullement en rapport avec l'énergie réelle des radiations. Si un obstacle est nécessaire pour rompre l'équilibre électrique du photon et rendre disponible l'énergie polarisée dans le couple des deux magnéto-photons composants, en produisant des effets lumineux, calorifiques, etc., le rôle joué par l'obstacle est surtout de déclencher la décharge en faisant cesser la polarisation. Il n'y a là, en somme, que l'effet d'un signal donné par le choc du photon avec l'obstacle.

Une autre coïncidence est également à signaler. On sait que la masse de l'électron est égale à $0{,}9.10^{-27}$ et que le rapport de la charge de l'électron à sa masse :

$$\frac{e}{m} = 5{,}30.10^{-17}$$

Comme $0{,}9.10^{-27}$ se trouve être égal au carré de la vitesse de la lumière divisé par $10^{-48}$, on peut écrire :

$$\frac{e}{m} = \frac{e \,.\, 10^{48}}{c^2}$$

ce qui est à rapprocher de l'expression trouvée précédemment : $W = \frac{h^2}{c^2 r^2}$ où le carré de la vitesse de la lumière figure également au dénominateur.

Pour le rapport de l'énergie du photon à sa masse, on trouve :

$$\frac{W}{p} = \frac{h^2 . \lambda c}{c^2 r^2 . \, 2\,h} = \frac{h\lambda}{2\,r^2 c}$$

Or

$$\frac{h}{2\,c} = 109\,598.10^{-42}$$

d'où

$$\frac{W}{p} = 109\,598.10^{-42}\,\frac{\lambda}{r^2}$$

où 109.568 correspond à la constante de Rydberg.

Enfin le rapport de l'énergie potentielle du photon à la masse de l'électron :

$$\frac{W}{m} = \frac{h^2 \,.\, 10^{48}}{c^2 r^2 . \; c^2} = \frac{h^2 . 10^{48}}{c^4 r^2} = \frac{5{.}29.10^{-47}}{r^2}$$

se compare très bien au rapport de la charge de l'électron à sa masse :

$$\frac{e}{m} = 5{.}30.10^{-17}$$

Ces diverses coïncidences nous ont amenés à concevoir :

1° Le photon comme formé par la polarisation de deux charges égales et de signe contraire $h/c$.

2° L'électron comme résultant du produit $\frac{h^2}{c^2} \cdot 10^{64}$ de deux charges de même signe

$$\frac{h}{c} . 10^{32}$$

3° M. Louis de Broglie a prévu qu'à l'électron doit correspondre une longueur d'onde

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Il en résulte pour la masse de l'électron $m = \frac{2h}{c\lambda}$. Or, la masse du photon à laquelle nous sommes arrivés est tout à fait comparable à ce que M. Louis $p = \frac{h}{\lambda v}$ de Broglie avait prévu pour l'électron.

*Champ électrique et champ magnétique créées par les magnéto-photons.*

Nous avons supposé qu'un photon était composé par deux magnéto-photons de charge égale, mais de signe contraire, décrivant une trajectoire hélicoïdale, la direction du rayon lumineux coïncidant avec l'axe de l'hélice. A un instant $t$ quelconque on peut, pour la commodité du raisonnement, décomposer ce mouvement en deux mouvements, l'un, un mouvement de rotation qui engendre le champ électrique et l'autre, un mouvement de translation qui engendre le champ magnétique.

1° Mouvement de rotation autour du centre de gravité C du couple de deux magnéto-photons A et B ayant chacun une charge $\mu$ : on sait qu'un tel mouvement engendre un champ électrique E dont la direction est donnée constamment par l'axe du couple. Comme celui-ci accomplit un tour complet en une période T en restant toujours perpendiculaire à la direction du rayon lumineux, on voit que le champ électrique reste perpendiculaire à la direction de la radiation et que, par rapport aux axes $ox$, $oy$, sa valeur varie suivant une fonction sinusoïdale du temps. Au point mobile C, qui se déplace sur l'axe des temps dans la direction de la radiation, la valeur du champ électrique reste constante et égale dans le vide à :

$$E = \frac{2\,\mu}{r^2}$$

Par rapport à un point fixe C, situé sur l'axe des temps $oz$, on a pour la valeur du champ électrique sur l'axe $x$ :

$$Ex = E \cos \frac{2\,\pi t}{T} = \frac{2\,\mu}{r^2} \cdot \cos 2\,\pi\,\frac{t}{T}$$

2° Mouvement de translation du couple des deux magnéto-photon A et B : ce mouvement, qui s'effectue parallèlement à la direction du rayon lumineux $oz$ suivant deux génératrices du cylindre de rayon $r$, engendre un champ magnétique H.

Considérons un point fixe C situé sur $oz$. Quant un magnéto-photon s'en approche, il se crée en C un champ magnétique Hx perpendiculaire à la direction du rayon lumineux. Au fur et à mesure que le magnéto-photon A s'approche de C, H croit pour atteindre un maximum quand A est le plus près possible de C pour décroître ensuite. La valeur du champ magnétique est donnée par :

$$h_x = \frac{\mu v \sin \theta}{r^2}$$

où $v$ est la vitesse de la radiation dans le milieu considéré et $\theta$ l'angle que forme AC avec la direction du rayon lumineux. Le maximum $h = \frac{\mu v}{r^2}$ est atteint quand la droite AC est perpendiculaire au rayon

lumineux. Comme l'angle est proportionnel à $2\pi\frac{t}{T}$, il en résulte :

$$h_x = \frac{\mu v}{r^2} \cdot \text{Sin}\ \frac{2\ \pi t}{T}$$

Si la radiation se propage dans le vide, $v = c$, et pour un couple de magnéto-photons on a :

$$H = \frac{2\ \mu c}{r^2} \quad \text{et} \quad H_x = \frac{2\ \mu c.\ \sin \frac{2\ \pi t}{T}}{r^2}$$

En un point C situé sur la direction du lumineux, un couple de magnéto-photons produit donc :

1° Un champ électrique :

$$E_x = \frac{2\ \mu}{r^2} \cos \frac{2\ \pi t}{T}$$

et un champ magnétique :

$$H_x = \frac{2\ \mu c}{r^2} \cdot \text{Sin}\ \frac{2\ \pi t}{T}$$

ces deux champs variant en fonction du temps avec un décalage de 90°;

2° Quand le point C coïncide avec le centre de gravité du couple de magnéto-photons, les champs électrique et magnétique deviennent maxima et on a :

$$E = \frac{2\ \mu}{r^2} \qquad H = \frac{2\ \mu c}{r^2}$$

Il en résulte que dans le vide : $H = cH$ ce qui est conforme à ce que nous savons sur les valeurs relatives du champ électrique et du champ magnétique des ondes électromagnétiques, si on tient compte du fait que pour passer des unités électro-statiques aux unités électromagnétiques il faut diviser les premières par la vitesse de la lumière.

On remarquera que la façon dont $c$ a été introduit dans la formule ci-dessus fait comprendre la raison pour laquelle la vitesse de la lumière intervient dans le rapport entre les unités électro-statiques et électro-magnétiques.

Enfin on constate que les variations réciproques des intensités du champ électrique et du champ magnétique sont donc exactement les mêmes ici que pour les ondes électro-magnétiques de Maxwell. Non seulement cela montre que les conséquences de notre théorie ne sont pas en désaccord avec les faits expérimentaux, mais cela nous permet de dire que l'explication des phénomènes lumineux, par l'émission de deux charges égales et de signe contraire, constitue aussi une très bonne explication du mécanisme des ondes électro-magnétiques.

### *Interférences.*

Puisque nous avons montré que la rotation d'un couple de deux magnéto-photons crée un champ électrique E, la question des interférences ne présente difficulté si on associe celles-ci aux variations de l'intensité du champ électrique sur le parcours du rayon lumineux.

Pour faciliter les explications, nous supposerons que l'énergie de la radiation que nous considérons se transforme intégralement en énergie lumineuse. La valeur maximum du champ électrique en C est $\frac{2\ \mu}{r^2}$ et en un point quelconque situé sur la radiation de la radiation :

$$E_1 = \frac{2\ \mu}{r^2} \cos 2\ \pi\ \frac{t}{T}$$

Soient deux photons provenant de la même source, mais ayant suivi un chemin différent de façon à présenter entre eux une différence de phase θ. Quand la valeur du champ électrique sera pour le premier :

$$E_1 = \frac{2\ \mu}{r^2} \cdot \cos 2\ \pi\ \frac{t + \frac{\theta}{2}}{T}$$

elle sera pour le second :

$$E_2 = \frac{2\ \mu}{r^2} \cdot \cos 2\ \pi\ \frac{t - \frac{\theta}{2}}{T}$$

Les intensités lumineuses $I_1$ et $I_2$ des deux radiations étant proportionnelles aux champs électriques $E_1$ et $E_2$ et le champ électrique résultant Ex étant égal à la somme géométrique des champs électriques qui interfèrent, on a :

$$E_x^2 = E_1^2 + E_2^2$$

Si K est une constante, l'intensité lumineuse Ix qui résulte de l'interférence des radiations 1 et 2 est telle que l'on a :

$$I_x = KE_x \quad \text{d'où} \quad I_x^2 = K^2\,(E_1^2 + E_2^2)$$

En remplaçant dans cette expression $E^1_1 + E^2_2$ par leurs valeurs respectives, la résistance I est encore une fonction sinusoïdale comme dans la théorie de Fresnel, mais ici l'amplitude $a$ est remplacé par :

$$\frac{2\ \mu K}{r^2}$$

Quoique basée sur le principe de l'émission, notre théorie rend parfaitement compte des phénomènes d'interférence par le mouvement rotationnel des photons et des variations du champ électrique que cela entraîne. La considération du champ électrique évite d'avoir recours à l'intervention d'un milieu élastique comme dans la théorie ondulatoire.

### *Conclusion.*

En attribuant au photon deux charges électriques égales et de signe contraire douées d'un mouvement rotationnel, cela nous a permis d'arriver à l'expression d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui répondent entièrement aux champs électromagnétiques de Maxwell.

Outre que cela permet d'expliquer le mécanisme des ondes électromagnétiques autrement que par l'idée assez vague de la propagation d'un flux, nous arrivons à faire dériver les interférences des rayons lumineux, de la composition des champs créés par deux couples de magnéto-photons.

Ces résultats qui justifient l'explication que nous avons proposée pour les radiations lumineuses, forment en même temps une synthèse des trois anciennes théories : théorie de l'émission, théorie ondulatoire et théorie électromagnétique.

Charles-Léopold Mayer.

## Sur les Primates.

Les diverses branches de l'Anthropologie ont fait ces dernières années des progrès considérables. Il s'en est suivi un regain d'intérêt pour tous les Primates, tant Hominiens que Simiens. Ces derniers, d'autre part, ont pu, grâce à diverses circonstances favorables (multiplication des missions dans leurs pays d'origine, fondation et extension des Parcs Zoologiques, etc.) être étudiés sensiblement mieux qu'ils ne l'avaient été par le passé. C'est à eux que sont consacrés ces quatre ouvrages assez différents :

*Les Primates de l'Afrique*, par le Dr Paul Rode, Docteur ès Sciences, Assistant au Muséum (avec Préface de M. le Professeur Bourdelle. — Publications du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française; 1 vol. in-8° de XI-223 p., avec 67 figures et XIII pl. Librairie Larose, Paris, 1937).

*Les Singes*, par E. G. Boulenger, Directeur au Jardin zoologique de Londres (1 vol. in-8° de 215 p., avec XVI pl., Bibliothèque scientifique, Payot, Paris, 1937, Prix : 25 fr.).

*La vie sexuelle et sociale des Singes*, par le Dr S. Zuckermann (traduit de l'anglais par A. Petitjean; 1 vol. pet. in-8° de 253 p., avec pl., de la collection « l'avenir de la science », Gallimard, Paris, 1937).

*Singes*, textes et dessins de Jacques Nam (1 broch. petit in-f°, Flammarion, Paris, 1937. Prix : 15 fr.).

Ce dernier n'est pas un ouvrage scientifique : c'est une succession d'historiettes accompagnées de très jolis dessins et d'une demi-douzaine de planches en couleurs très ornementales. C'est un beau livre d'images qui attirera nombre de curiosités vers nos « frères inférieurs ».

M. Zuckermann a voulu faire de son livre une Introduction éthologique et particulièrement sexologique à la Sociologie générale des Mammifères. Ceci ne ressort pas avec évidence de l'ouvrage même, surtout dans cette édition française où cinq chapitres ont été supprimés. Mais une étude attentive des chapitres traduits ne laisse aucun doute. Le traducteur a essayé de donner une idée de la position de l'auteur : « M. Zuckermann a pris assez de soin à se tenir lui-même à juste distance à la fois du Behaviorism vulgaire, et de certaine sociologie animale qui tire ses prémisses de la sociologie humaine ». Le terme Behaviorism est un barbarisme; on peut conjecturer que le traducteur a voulu dire : éthologie (study of the behaviour). Reportons-nous plutôt à la conclusion de l'auteur lui-même : « Dans ce livre, on a tenté de présenter certains des traits les plus manifestes de la vie sociale des primates subhumains... il est possible de voir dans la vie des Singes une image très crue du niveau social dont sont issus nos premiers ancêtres humains,... ». Mais, un peu plus loin, tablant sur la prédominance du facteur sexuel dans l'évolution sociale et tenant la monogamie humaine pour fondamentale (et non pas seulement apparente), il déclare : « du point de vue social, il n'y a pas de comparaison qui s'impose entre l'homme et le singe ». L'ouvrage est accompagné de quelques jolies photographies, malheureusement dépourvues d'explications et sans aucun rapport signalé avec le texte. Ce n'est pas le moindre mérite de cet ouvrage de servir d'occasion à rappeler l'attention sur le beau livre de Félix Le Dantec : L'Egoïsme...

Le livre de M. Boulenger a été écrit directement en français, en une langue volontairement simple et par suite claire, légère, aisée à comprendre, pouvant, suivant le vœu de l'auteur, toucher le grand public, en même temps que le public savant. Les noms des principaux genres servent de titres à autant de chapitres (le Gorille, le Chimpanzé, l'Orang-Outang, le Gibbon, le Babouin), mais ce ne sont pas autant de monographies, car l'auteur ne renonce à aucun moment à des exposés comparatifs, qui sont à la fois plus intéressants et plus instructifs et plus favorables au rappel opportun des idées générales. Puis suivent deux chapitres consacrés respectivement aux Singes de l'ancien monde et à ceux du nouveau; puis un consacré aux Lémuriens ou « Demi-singes ». Enfin, dans un chapitre qui pourrait être allongé presque à volonté, l'auteur nous présente « les Singes dans le folklore, les légendes et les religions ». Tout cela se lit non seulement avec facilité, mais avec grand plaisir.

Pour caractériser l'ouvrage de M. Rode, on ne saurait mieux faire qu'emprunter les termes mêmes employés dans sa Préface par M. Bourdelle : « c'est le premier document de cette nature écrit à ce jour sur les Primates africains... c'est une œuvre délicate et de longue haleine. La conscience avec laquelle elle a été élaborée ajoute à l'intérêt du sujet traité et doit lui assurer un brillant succès ». Cet ouvrage confirme en effet ce qu'on savait déjà bien : que M. Rode est un de nos meilleurs zoologistes. Son livre est ce qu'il devait être; comme le dit si bien M. Bourdelle, c'est un document, excellent comme tel.

Jean Delphy.

# REVUE GÉNÉRALE DE MÉDECINE

La médecine n'est pas une science mais un art : en se déroulant la durée imprime des qualités particulières aux phénomènes biologiques. Dans nos investigations, l'esprit de finesse l'emporte sur l'esprit mathématique. Fasciné par les lois des sciences précises, le médecin, comme la grenouille de la fable, a voulu se faire aussi puissant que le physicien et le chimiste. Des échecs trop fréquents ont ramené un peu de modestie.

Avant l'impulsion du professeur Marfan, les praticiens se désintéressaient du nourrisson dont l'organisme fragile mais souple offre tant d'heureuses prises au tact médical. En tous lieux et en tous temps, l'hécatombe des innocents a payé l'incurie des adultes indifférents au sort de leur progéniture.

Nulle loi en biologie n'est universelle. Vérité en deçà des Pyrénées, erreur au delà. Si l'on compare les soins donnés aux enfants en Chine et en France, on est surpris des écarts dans une des conduites les plus importantes des sociétés. La mère chinoise porte son bébé et le nourrit au sein pendant un, deux et trois ans. La mère française se croit déshonorée de donner le sein à son enfant et se gonfle d'orgueil en voyant son fils marcher avant un an. Les ethnographes occidentaux jugent d'après ces faits l'infériorité de la race chinoise. Ne sont-ils pas trop béatement admiratifs de doctrines médicales contestables ?

***

Quelles que soient les divergences de vues sur la physiopathologie du premier âge, il semble en tout cas certain que les fonctions de nutrition se développent chez le petit homme avant les fonctions de relation. Le poussin, après avoir brisé la coque de l'œuf, aussitôt trotte et picore sans le secours de la poule. Devaux a éloquemment soutenu dans la *Revue générale des Sciences* que le recul de l'épanouissement neuro-musculaire a été chez l'homme l'essentielle condition du merveilleux perfectionnement de l'encéphale.

Henri Wallon, qui cette année a brillamment succédé à Pierre Janet au Collège de France, insiste sur la très lente élaboration de notre équipement psycho-sensori-moteur : aucune corrélation n'est établie à la naissance dans les fonctions proprioceptives et extéroceptives. Par exemple, à deux mois, le globe oculaire et la paupière ne s'abaissent et ne s'élèvent pas en même temps, ni l'œil ne suit les mouvements de la tête. Au contact d'un objet la main ne se ferme qu'à trois mois. Vers le huitième mois seulement l'aliment reconnu dans l'ambiance sera saisi et directement, sans l'aide maternelle, amené au contact des lèvres. La marche, comme la préhension, reste longtemps incertaine. L'organisation des attitudes est encore plus difficile : le réglage des attitudes succède peu à peu à l'explosion successive des gestes commandés par la structure de l'individu et par l'ambiance. Beaucoup plus tard au mimisme riche de vitalité succédera la verbomanie vide et stérile. Le grand psychologue Marcel Jousse, chinois en cela, reculerait volontiers l'éveil de l'abstraction pour laisser l'enfant épanouir progressivement sa richesse neuro-motrice. Sans suivre ces éminents observateurs dans leurs descriptions du montage de la machine humaine, nous retiendrons seulement que le nouveau-né est avant tout un tube digestif. L'interoceptivité, suivant l'expression de Starling, règle la vie à ses débuts. Les rythmes nutritifs méritent surtout de retenir l'attention du pédiatre.

***

Sur le terrain d'où s'élance la vie et sur les propriétés chimiques des tissus, nous saisissons quelques renseignements fragmentaires dont il ne faudrait pas généraliser l'importance. Dans un livre dont la lecture est attachante[1], Georges Teissier montre que le poids des organes suit, au cours de la croissance, une courbe très particulière par rapport au poids total du corps. Il y a des périodes critiques pendant lesquelles certains organes cessent de croître et d'autres organes, à ce moment, réalisent au contraire une poussée de croissance. Chaque organe a une vie propre et choisit dans le milieu intérieur ce qui lui con-

1. Georges Teissier : *Lois quantitatives de la Croissance*, Hermann, éditeur.

vient. Le cycle des mouvements de matières et les corrélations qui président à la répartition de chaque cycle dans l'espace et dans le temps sont mal connus. Les courbes de Georges TEISSIER débarrassées des hypothèses explicatives des anciens auteurs sont les seuls faits positifs que nous possédions actuellement.

Le professeur Maurice LOEPER, avec une inlassable activité[2], a recherché une cause chimique à l'origine des maladies : le cerveau a besoin de graisse et de phosphore, les os de chaux, le cœur et le foie de sucre, la peau de soufre, le sang de fer. Mais le sucre, la graisse, le calcium, le phosphore peuvent traverser le foie, les muscles, les os, le cerveau sans s'y fixer. On connaît des éléments médiateurs, les hormones et les vitamines par eexmple, qui interviennent dans cette fixation. Le perfectionnement des techniques chimiques nous ouvre chaque jour de nouveaux horizons : chaque organe préfère des sels minéraux et des acides aminés à d'autres. Léon BINET et Georges WELLER[3] montrent des courbes qui méritent d'être rapprochées de celles de Georges TEISSIER : lorsqu'on soumet un animal à l'inanition, les organes maintiennent d'une manière originale le glutathion dans leur intimité ; toutes proportions gardées, le foie et l'intestin perdent plus de glutathion que les muscles et le sang.

Ces allusions à d'importants travaux récents rappelleront à ceux des lecteurs qui ne sont pas biologistes l'évolution des connaissances où les médecins puisent les règles de leur pratique. Autrefois les oscillations des protides, des glucides et des lipides étaient expliquées par des lois simples de la physique et de la chimie. Aujourd'hui les rouages des phénomènes nous paraissent plus compliqués. En nous basant sur l'enseignement de LOEPER, si différent de celui du grand initiateur BOUCHARD, il convient d'admettre que la composition chimique du corps humain non seulement amène les réactions pathologiques mais encore aiguille tous les rythmes fonctionnels de l'individu. Les acquisitions aussi bien que les dégradations introduites par les ancêtres sur le plan de la vie contribueront à former les aptitudes du nouveau-né. Si l'on pouvait connaître l'architecture chimique des tissus de l'organisme et les prédispositions qu'elle entraîne, le médecin pourrait aussi évaluer la nature des rythmes qui s'élèvent d'un terrain connu et orienter efficacement la manière de vivre des hommes. Les possibilités nutritives commandent en effet le seuil et la marge des déploiements neuro moteurs qui se succéderont aux différentes périodes de l'existence. Les rythmes mentaux ne peuvent démarrer qu'à la suite d'émergences fonctionnelles préliminaires. Les marges dans lesquelles se déroulent les rythmes nutritifs, neuro-moteurs et mentaux s'élargissent peu à peu au début de la vie, atteignent suivant les qualités du germe, un optimum... puis se rétrécissent. A chaque moment d'une durée existentielle un tremplin se trouve préparé d'où une certaine forme de vie peut s'élancer. Les rythmes biologiques diffèrent des oscillations d'une pendule en ce que les points de départ et d'arrivée des oscillations ne sont jamais les mêmes. Ainsi les causes et les effets tels que les étudient les physiciens n'ont aucun sens, actuellement du moins, en biologie. Une longue éducation est nécessaire pour se débarrasser d'une logique inapplicable et pour s'exercer à saisir, dans sa mobilité extrême, la valeur psycho-physiologique d'un moment déterminé de la vie.

*

Dans l'ignorance des déterminants chimiques des marges fonctionnelles, le seul fil conducteur est fourni par les vagues incitations du besoin. Le tempérament, grossière expression de la nature du terrain, se dessine dans les premières années de la vie. Mais, le nouveau-né humain est, nous l'avons déjà dit, le plus retardataire des nouveau-nés. Les autres mammifères sont aussi moins doués en naissant que les poussins ; ils ne sortent pas triomphalement d'un œuf armés de mécanismes psycho-physiologiques rudimentaires mais complets : l'instinct de leur mère pourvoit aux nécessités de la prolongation de leur existence. La lapine arrache à son bas ventre les poils les plus fins pour installer douillettement ses petits qui n'ont pas encore acquis les ressources énergitiques suffisantes pour assurer les dépenses caloriques. Les mères humaines sont moins prévoyantes. Les bébés, dans nos colonies, meurent quand ils sont exposés nus, hors de la case surchauffée, en pleine nuit froide.

Tant pis pour les faibles ; tel est peut-être le vœu secret de la nature ! Les débiles se passeront de couveuses et ils mourront. La sarabande menée par les heredos des races dites civilisées se terminera dans l'abîme du néant. Le petit hercule lui sera capable de se réchauffer ; les seuls cris utiles, après la soif d'air, seront des appels de nourriture. La faim est le seul génie bienfaisant de l'espèce. La colère est une révolte de l'être entier à la moindre abstinence. Le nouveau-né réclame le lait de sa mère. Le professeur MARFAN qui, dans sa retraite laborieuse, reste

2. LŒPER : *De la Sémiologie à la Thérapeutique*. Doin, éditeur.
3. Léon BINET et Georges WELLER : *Le Glutathion*. Hermann, éditeur.

le maître de la pédiatrie, continue d'admettre que le lait de la mère est le seul aliment qui assure des échanges de matières réguliers pendant les six premiers mois de la vie.

Maurice RENAUD, dans un article plein de verve, remarque avec justesse que la société humaine se transforme avec une vitesse accélérée. Le médecin subit les mœurs, il est violemment placé devant des faits accomplis. A-t-il été responsable de Sodome et Gomorrhe? Est-il aujourd'hui responsables des opinions féminines sur les ventres et les seins maudits?, Récemment les citadines reviennent à de meilleurs sentiments et ce sont les paysannes qui trahissent la nature. Les opinions changent mais la structure des organes reste. La femme occidentale est souvent stérile et elle a perdu l'abondante sécrétion lactée de sa sœur chinoise. L'historien et le philosophe ont le temps de réfléchir sur ces évolutions. Le médecin est brusquement placé dans une situation où il doit agir. Voilà pourquoi des tâtonnements dans l'ordre de la diététique occupent les praticiens plutôt que des observations biologiques de longue portée.

Seul Claude SIGAUD, dont nous parlons souvent dans les colonnes de cette revue, a fait œuvre de biologiste éclairé : comme BROUSSAIS, mais avec un sens clinique mieux ouvert sur la réalité, il a fait du tube digestif le principal axe de l'organisme. Toutes maladies sont conséquences, répercussions d'un état des voies digestives. Joignant résolument la fonction à la forme, l'illustre médecin lyonnais schématise en quelques mots toute la pathologie : le nouveau-né apporte pour construire tous ses rythmes ou bien une membrane digestive musclée à sensibilité émoussée ou bien une membrane digestive atome et hypersensible. Cette dernière présentera, dans les plus futiles occasions, des réactions de défense. La membrane forte réagira moins : SIGAUD la reconnaissait par la palpation abdominale telle que lui seul savait la pratiquer. Les plus légères dérégulations digestives étaient découvertes avant qu'une maladie puisse s'installer dans l'organisme : en redressant à temps le vice initial du fonctionnement digestif, les répercussions pathologiques se trouvaient arrêtées dans leur point de départ lui-même.

Le praticien appelé d'urgence par une mère affolée fixera son attention sur l'événement actuel et tâchera d'enrayer l'éclat dramatique de la situation sans réfléchir aux racines profondes du mal. Il réussit quelquefois assez bien en modifiant l'alimentation du nourrisson. Chaque pédiatre parle de vomissements et de diarrhées rapidement améliorés par une diététique récemment découverte. Je ne puis me faire l'historien de tous les essais et de toutes les erreurs de théoriciens se laissant diriger par un empirisme sommaire. Je dégagerais seulement quelques notions générales suggérées par la lecture de mémoires récents, sur l'allaitement artificiel et sur l'alimentation mixte des nourrissons.

***

Dans l'ère pastorienne qui est close, toutes les maladies étaient attribuées aux microbes. Les pédiatres aujourd'hui paraissent surtout rechercher l'origine des mêmes maladies, dans des régimes déséquilibrés [4]. Dès 1896, l'illustre pédiatre MARFAN décrivait la dyspepsie du lait de vache à selles mastic et montrait qu'il suffisait de diluer le lait et de le sucrer pour guérir les troubles gastro-intestinaux.

Voici comment aujourd'hui on explique ce syndrome [4] :

Le lait de vache renferme une proportion trop forte de substance protéiques (35 gr. par 1.000 au lieu de 14) et de sels (7 gr. au lieu de 2).

Bien plus la composition chimique des albumines est différente chez la vache et chez la femme : le lait de vache contient 4 fois plus de caséine que le lait de femme. Or la caséine est pauvre en lysine, acide aminé nécessaire aux rythmes nutritifs du nouveau-né. La cystéine, le tryptophane, l'histidine doivent aussi parvenir dans de justes proportions dans le jeune organisme pour couvrir les besoins de l'entretien et de la croissance (Loi du minimum d'Osbome et Mendel).

A côté des glucides et des lipides dont on connaît l'importance depuis longtemps, on a insisté sur l'utilité des sels minéraux qui doivent parvenir dans le milieu intérieur en quantité suffisante. Théoriquement, le calcium et le fer par exemple ont une affinité, le premier pour le squelette et le deuxième par les globules rouges du sang. Mais avant d'entrer dans la composition du sang et des os, le Ca et le Fe doivent y être amenés par des engrenages fonctionnels très complexes. Des conditions extérieures (irradiation solaire) et des conditions internes (sécrétion d'hormones par exemple) règlent le cheminement et l'assimilation de Ca et de Fe. De la candide simplicité des conceptions médicales anciennes, nous devons aujourd'hui passer à des conceptions biologiques nous permettant d'établir rythmes et harmonies d'aliments assurant l'eurythmie de l'organisme par le déroulement souple de chaque rythme fonctionnel.

Un chapitre de la diététique entièrement nouveau a été ouvert : celui des vitamines et des vi-

4. CATHALA : *Les régimes déséquilibrés et leurs conséquences pathologiques dans la 1re Enfance.* J.-B. Baillière, éditeur.

tastérines. Ces dernières venues sont aujourd'hui les plus étudiées : leur formule chimique est fixée, leur synthèse est possible, leur cycle complexe dans l'organisme est suivi avec précision. Je ne puis après H. Simonnet, l'un des maîtres les plus autorisés sur cette question, revenir ici sur ce sujet [5].

***

Les praticiens emboîtent le pas des expérimentateurs, lorsqu'ils composent le menu de nos bébés [6]. Ils considèrent successivement :

1° la quantité;

2° la qualité des aliments.

1° Dans certains peuples, même en Europe, la nourriture des enfants est insuffisante. Le rachitisme et l'anémie en résultent. Un comité d'étude de la Société des Nations a proposé différents moyens de remédier à ces carences qui arrêtent le développement normal du tout petit [7].

Mais, comme nous venons de le faire remarquer l'harmonie, le rythme, l'équilibre seules peuvent conduire à la santé. L'excès de nourriture ou une nourriture mal équilibrée aboutissent aussi aux dérythmies : certains enfants augmentent de poids et de taille d'une manière en apparence normale mais si on examine de près ces enfants on constate des marques de dystrophie osseuse : c'est le syndrome du rachitisme tardif mis en relief par Variot et par Comby!

2° La qualité des aliments a spécialement retenu l'attention du pédiatre. Les médecins français suivent l'impulsion donnée par les médecins suisses. Feer de Zurich a montré l'inconvénient de prolonger l'alimentation lactée exclusive et même le régime lacto-farineux, et les avantages de recourir précocement, dès le 6e mois, à une alimentation variée.

Chaque nourrisson présente une individualité plus accentuée que les petits animaux. Aucune règle n'est valable pour tous. Il faut suivre les réactions de l'enfant avec précision au moment du sevrage. Il convient de modifier peu à peu le régime et de noter les réactions de l'enfant. Que l'enfant quitte le sein une seule fois par jour, on donnera une bouillie maltée préparée avec un lait étendu d'eau. Que la mère abandonne le lait Nestlé, il faudra dans un puis dans plusieurs biberons mélanger une quantité progressivement augmentée de Sinlac. Le rythme de ces manipulations sera ralenti ou accéléré suivant la manière dont l'enfant les supporte.

Le zèle empressé et la timidité affolée des mères sont aussi dangereux l'un que l'autre. Il faut de la prudence et de la modération dans cet empirisme opportuniste.

Les mères peuvent justifier leur crainte en constatant à chaque décade le changement de l'opinion des médecins eux-mêmes. Depuis l'avènement de Feer les bouillies de céréales doivent encore succéder au lait, mais la pratique donne raison à Feer : il y a avantage à commencer le plus tôt possible à mélanger de fines particules de légumes aux farines. Les médecins, figés dans leurs habitudes, ont été surpris de voir avec quelle rapidité certains nourrissons se délectent de carotte, de pomme de terre, de salsifis, d'artichaut! Bien entendu les fruits, avec leurs vitamines ont vu leur crédit augmenter du jour au lendemain.

Nobécourt [8] insiste pour qu'on ajoute vers 1 an une petite quantité de jaune d'œuf à une panade ou à une purée de pomme de terre. E. Lesné [9] accuse la défiance du public contre l'œuf et la viande de nombreuses dérythmies non seulement chez le nourrisson mais chez tous les enfants en voie de croissance.

***

Même en laissant de côté les tares que l'évolution d'un peuple, enfonce dans une race (en France par exemple la syphilis, la tuberculose, l'alcoolisme), il faut reconnaître que des négligences impardonnables, de dérythmies en dérythmies, conduisent les enfants à des syndromes accusés qui imposent des décisions rapides. Comme chez l'adulte on opposera aux déviations prolongées des rythmes amenant surmenage et cercles vicieux, une détente, un arrêt de la mise en train d'une fonction. On a rien trouvé de mieux à opposer aux vomissements et aux diarrhées, les essentielles dérythmies du premier âge, que la diète hydrique supprimant tout apport alimentaire pendant 2 ou 3 jours. Marfan recommence l'alimentation en imitant une coutume hollandaise, en choisissant le babeurre. E. Lesné, clinicien et physiologiste très averti, a lancé le lait calcique comme régime de transition entre le lait de femme et le lait de vache aussi bien qu'entre la diète hydrique et le régime lacté [10].

5. *Revue générale des Sciences*, 31 mars 1938.

6 Marcel Monimart : *L'Alimentation dans ses rapports avec l'Hygiène. Contribution à l'Etude comparative de quelques méthodes anciennes et nouvelles d'Alimentation des Nourrissons.* Thèse Médecine 1938. Edit. Le François.

7. *L'Agriculture et la politique économique 1938.* Editeur A. Pédoué, 13, rue Soufflot, Paris.

8 *Œufs et Pâtes dans l'Alimentation* (*Gazette des Hôpitaux*, 16 mai 1934).

9. E. Lesné et G. Dreyfus-Sée : *L'Alimentation des enfants d'âge scolaire* (*Revue française de Pédiatrie*. T. XIII, n° 6, 1937). Doin, éditeur.

10. *Hygiène sociale*, 25 avril 1935.

Ne pouvant trop insister ici sur des détails qui passionnent les spécialistes, signalons seulement deux nouveautés intéressantes :

1° Dans la dyspepsie des farineux Ribadeau-Dumas recourt au soja et au tournesol. Les farines d'aleurone sont riches en protéines. Mais les protéines contiennent peu de lyrine et de tryptophane et manquent de vitamines. Si on prolonge ce régime, en tout cas il faudra y ajouter lactalbumine et levure de bière.

2° L'enfant pâle, bouffi, flasque serait victime d'un régime lacté prolongé : la soupe à la viande de Marfan, le pudding d'Hamburger au foie de veau ont actuellement une vogue encouragée par certains résultats heureux.

***

Parmi les tendances modernes de la médecine, l'une des plus accusées est l'organisation par la Société de la protection de la santé publique. Pour louables que soient les efforts de l'Etat ou de certaines municipalités, il ne faudrait pas se hâter de chanter des louanges excessives de nos politiciens ou de nos édiles. Comme on l'a fait remarquer aux Assises de la médecine française, un seul bon médecin suffit dans une province pour introduire les méthodes qui sauvegardent la vie de nos enfants. Les dispensaires, l'assistance sociale, les sanatoria sont vantés par les uns et critiqués par les autres. Que des communes comme Suresne reçoivent dans un palais les enfants de deux ans ; qu'elle permette dans un cadre luxueux le développement parfait des fonctions de jeunes enfants : cela est parfait! Mais pourquoi faire tant pour les uns et si peu pour les autres ?

La science d'aujourd'hui est-elle assez sûre d'elle-même pour édicter les lois de l'hygiène ?

Imposer aux enfants des vaccinations contre toute maladie théoriquement les rend invulnérables. Je ne suis pas persuadé qu'il n'y ait aucun inconvénient à introduire tant de matières morbifiques dans un jeune organisme...

L'intervention des lois me paraît plus juste quand il s'agit de donner de l'air pur aux poumons, un milieu propre pour la peau et les muqueuses, une alimentation saine. J'insisterai sur cette dernière, ayant jusqu'ici spécialement insisté sur les rythmes nutritifs et sur la préparation d'un terrain capable de résister aux atteintes morbides. Parmi les transformations des mœurs que le médecin a l'impérieux devoir d'introduire dans la société, je citerai par exemple la discipline à imposer dans le commerce du lait.

Dans ces vingt dernières années, le bassin laitier de Paris s'est beaucoup perfectionné : dépôts de ramassage où le lait est pasteurisé, transport en wagons citernes qui sont calorifugés et isothermes. Sur le réseau de l'Est ces wagons sont amenés par trains rapides. C'est aussi sur le réseau de l'Est que l'on vit pour la première fois en France une gare laitière possédant des machines pour la mise directe en bouteille [11].

Loin de Paris que d'erreurs sont encore commises : des vaches laitières ne quittant jamais l'étable, nourries de foin sec, de tourteaux et de résidus! Transport défectueux d'un lait au départ de bonne qualité!

Si la marche de notre civilisation comporte l'épuisement de la sécrétion lactée des femmes et si notre race mérite d'être sauvée, il est urgent de réformer avec autorité ces aberrations.

***

La pédiatrie pour sortir de l'empirisme grossier qui dirigea longtemps la conduite médicale devra, malgré la complexité de son objet, recourir à des mesures précises. Il y a peu de temps aux courbes du poids, on eut l'idée d'ajouter les courbes de la taille. On sait avec quelle persistante attention le professeur Nobécourt tire parti de ces courbes.

On se souvient aussi que récemment le professeur Robert Debré a révélé l'existence de courbes thermiques provenant d'un mode d'alimentation particulier. Ce fait est du plus haut intérêt. Nous savions que, chez l'adulte, le tempérament prépare un seuil thermique. Mais le besoin règle la mode d'alimentaiton de façon à pouvoir construire le rendement neuro-moteur et mental dont le sujet est capable. Dans les circonstances les plus imprévues, le seuil baisse ou s'élève mais très lentement. Avant d'arriver à ces états de déchéance le seuil maintient son niveau normal par des variations de la marge d'activité. La vie du nourrisson centrée par les fonctions nutritives, aux excès de protéine, de sel, de sucre répond par une réaction fébrile immédiate. L'axe de la vie est totalement différent de celui de l'adulte.

A la suite de résultats aussi intéressants pourquoi ne pousse-t-on pas davantage les recherches sur les rythmes de l'eau et sur les rythmes des échanges de matières ? Parce que le médecin est constamment accaparé par un drame présent dont l'apaisement s'impose. La découverte de l'insuline a provoqué immédiatement des applications. Mais ces applications furent faites sans contrôle scientifique. Tardivement le professeur G. Frontali a eu l'idée de mesurer le taux du glucose dans le sang à différents moments de la journée et d'éta-

11. *Annales de Géographie*, 15 mai 1938.

blir sur ces courbes une posologie de l'insuline rationnelle[12].

Ribadeau-Dumas[13] dirige aussi avec perspicacité le traitement de ses malades en suivant la valeur du rapport Cl globule rouge sur Cl plasma. Les travaux de ce genre encore trop rares donneront un caractère plus scientifique aux observations des médecins.

Ces courbes et ces dosages sont faits quand un maître observe à l'hôpital un syndrome très tardif. Quand donc commencera-t-on à amorcer l'étude scientifique de la typologie ? Le but le plus passionnant de la médecine serait de reconnaître précocement des rythmes défectueux pour éviter l'éclosion de ces maladies graves, le plus souvent incurables, spectacle navrant des salles d'hôpital !

**René Porak.**

12. *Bulletin général de Thérapeutique*, Tome CLXXXVII, n° 4, 1936. Doin, éditeur.

13. *Revue française de Pédiatrie*, Doin, éditeur, 1937.

# NOUVELLE CONCEPTION DE L'INERTIE CHIMIQUE

M. Louis de Broglie a bien voulu présenter à l'académie des sciences une note sur ce sujet et m'a permis d'en parler à son séminaire. (On appelle ainsi un groupement de chercheurs qui, sous la direction d'un maître, exposent et discutent des théories nouvelles.)

Je remercie la *Revue Générale des Sciences* qui a consenti à publier le texte de cet exposé.

Lorsque l'on étudie les travaux relatifs aux évolutions des systèmes chimiques en fonction du temps on est surpris de la complexité du sujet. Il faut introduire des causes multiples pour interpréter l'ensemble des phénomènes observés. Ces causes, la plupart du temps sont inobservables ; ce sont, le plus souvent des hypothèses destinées à expliquer les observations. Malheureusement ces hypothèses nouvelles sont complexes et très fréquentes, relativement au nombre d'expériences qu'elles interprètent. Par suite de leur nombre, il est rare qu'elles permettent de prévoir.

Il m'a semblé que les théories explicatives, du genre moléculaire, qui ont tant donné dans d'autres domaines, ne donnaient pas toute satisfaction dans ce cas, et qu'il y avait lieu de chercher si l'aide des théories à principes pouvait leur être utile.

Les deux principes de la thermodynamique fournissent relativement peu de renseignements sur la question, sans doute parce que leur rapport avec la notion de temps n'est pas immédiat.

Il s'agit donc de rechercher d'autres méthodes de raisonnement susceptibles d'aider à éclaircir cette question. Pour l'étude des phénomènes en fonction du temps, nous possédons un modèle précieux, celui de la mécanique rationnelle. Il existe entre les deux questions des analogies et des différences. Nous allons examiner les principales et, ainsi, nous pourrons exploiter les analogies, tout en tenant compte des différences, afin d'utiliser dans le domaine chimique, le travail réalisé par les fondateurs de la dynamique classique.

### 1° Analogie historique.

Une analogie importante entre les classifications des évolutions mécaniques et chimiques est d'ordre historique. Il suffira que je cite quelques lignes de Paul Painlevé[1] sur les axiomes de la mécanique pour que cette analogie s'impose à votre esprit, comme elle s'est imposée au mien.

« Les scholastiques, comme les Coperniciens, « dit Painlevé[1], partaient des notions de temps, « de longueur et de mouvement absolus, et comme « les Coperniciens, ils admettaient que les mouvements absolus satisfont au principe de causalité. Quel était donc le point de divergence « précis des deux doctrines ?

« Considérons un système d'éléments matériels, « dont chacun reste identique à soi-même, et supposons ce système colossalement éloigné de tous « les autres corps. Pour les Coperniciens, comme « pour les scholastiques, l'état du système à un « instant donné (ou, si on veut, l'état initial du « système) détermine son avenir, c'est-à-dire, son « mouvement absolu. *Mais pour les scholastiques, « l'état initial du système, ce sont les positions de « ses éléments à l'instant initial, et rien d'autre ; « pour les coperniciens ce sont les positions et les « vitesses à l'instant initial.*

« En particulier, supposons que le système se « réduise à un seul élément : par raison de symétrie, la doctrine scholastique entraîne cette « conséquence que l'élément reste nécessairement « immobile. Le principe de l'inertie scholastique

1. Les axiomes de la mécanique, p. 31.

« s'énonçait ainsi : tout élément matériel infiniment éloigné des autres reste absolument fixe. »

« Pour les scholastiques, ce sont les corps voisins qui *à chaque instant communiquent à un élément matériel sa vitesse,* pour les Coperniciens, les corps voisins modifient, à chaque instant, d'une façon continue, en grandeur et direction, la vitesse acquise de l'élément. »

« Cette divergence sur le principe de l'inertie suffit à creuser un abîme entre les deux doctrines... et cette modification suffisait pour que la mécanique, immobile pendant des siècles prit son prodigieux essor. »

En chimie, la notion d'inertie est, encore aujourd'hui, analogue à celle des scholastiques et non à celles des Coperniciens. L'inertie chimique est une notion assez vague, peu utilisée, qui est plutôt une gêne au démarrage des réactions, une tendance à l'arrêt qu'une tendance à la continuation. Les causes que l'on recherche, dans l'étude de l'évolution chimique d'une phase homogène en fonction du temps, ont pour rôle de *créer à chaque instant son évolution* et non pas seulement de la modifier. Tel est le point de vue, relatif à l'interprétation des expériences, qui m'a conduit à poursuivre dans une voie que m'avait ouvert le principe de Curie généralisé [2]. Comme on le voit, il ne s'agit pas d'interpréter une seule expérience ce sont des milliers d'expériences pour lesquelles il s'agit de trouver une meilleure classification.

La complexité de la cinétique chimique actuelle rappelle la complexité de la mécanique avant l'introduction de l'inertie moderne.

On peut schématiser cet état de choses par le tableau suivant :

| Mécanique | Chimie |
|---|---|
| Inertie scholastique (complexité) | Inertie ancienne (complexité) |
| Inertie copernicienne (simplification) | X |

On doit naturellement se demander si la connaissance de cette inconnue X n'amènera pas, dans l'étude des évolutions chimiques, un progrès du même ordre que celui réalisé en mécanique par le passage de l'inertie scholastique à l'inertie copernicienne. Nous proposons d'adopter pour X une tendance à la continuation des réactions chimiques. Cette conception exige, pour obtenir l'arrêt d'une réaction, un effort, une difficulté, qui se manifeste par une manipulation assez compliquée.

Il peut paraître surprenant que cette conception ne se soit pas encore imposée, nous en trouverons une raison dans l'étude de l'inertie mécanique. Cette dernière présente en effet une très grosse difficulté sur laquelle on n'a pas l'habitude d'insister et qui est cependant fort intéressante.

Soit un point matériel en mouvement sans accélération, considérons-le en trois positions voisines équidistantes $M_0$ $M_1$ $M_2$, correspondant aux trois instants $t_0$ $t_1$ $t_2$ équidistants. Le principe de l'inertie nous oblige à admettre que, dans la position $M_1$, à l'instant $t_1$, le mobile se souvient du lieu $M_0$ où il était au temps $t_0$. La preuve en est qu'à l'instant $t_2$ il se trouve au point $M_2$ symétrique de $M_0$ par rapport à $M_1$. Présentée de cette façon, cette conception peut paraître inacceptable. On comprend pourquoi les scholastiques s'obstinèrent dans leurs conceptions et « cherchèrent — comme dit Painlevé [3] — à y plier les faits malgré tout ».

Des difficultés analogues, sinon identiques, se présenteront sans doute lors de l'introduction d'une inertie chimique déduite de celle des coperniciens, et d'autant plus que, comme nous le montrerons plus loin, ce sont probablement ces difficultés qui ont donné à l'inertie copernicienne sa fécondité.

Nous admettrons, avec Painlevé, que l'importance du progrès réalisé par les Coperniciens est considérable, puisque leur notion de l'inertie sert de base à la mécanique moderne. Sans nous attarder plus longuement sur l'étendue de cette fécondité, nous examinerons le principe copernicien de l'inertie à divers points de vue, afin de dégager les raisons de son succès, en vue de les transposer dans le domaine chimique.

### 2° Relations avec la notion de temps.

Notre notion du temps présente des défauts qui expliquent bien la difficulté signalée plus haut. L'inertie copernicienne est en liaison directe avec la définition du temps, comme l'a montré d'Alembert [4], elle peut même servir à la préciser, comme l'a montré ici même M. MINEUR [5]. La difficulté, indiquée plus haut, provient de ce défaut de notre conception du temps, à laquelle le principe copernicien remédie. On conçoit, dès lors, que cette difficulté provienne d'une qualité de ce principe plutôt que d'un défaut.

Nous allons étudier la difficulté présentée par l'inertie copernicienne relativement à la « mémoire » d'un point matériel, et montrer qu'elle est intimement liée à la notion de temps. Cette notion

2. P. RENAUD : Comptes Rendus 200-531, 1935.

3. Les axiomes de la Mécanique, p. 33.

4. D'ALEMBERT : Traité de Dynamique.

5. Voir MINEUR : La loi en mécanique et en astronomie, p. 78 (Alcan, Paris).

est très complexe, en ce sens qu'il faut des opérations compliquées pour définir le synchronisme de deux événements et plus encore pour définir une échelle du temps, sans doute nous échappe-t-elle un peu. Quoi qu'il en soit, lorsque nous voulons prendre connaissance d'un objet, nous l'examinons de préférence au repos; lorsque nous faisons une mesure, indépendante du temps, nous la faisons à l'arrêt de préférence. Il s'ensuit que notre conception du monde à un instant donné, ne contient pas d'intervalle de temps. L'unité de temps, la fraction de durée qui nous sert à comparer les autres temps avec elle, a disparu de ce monde, ainsi considéré à un instant donné, comme disparaît la coordonnée Z quand on fait de la géométrie dans le plan $x$ $y$.

Dès lors, si l'on veut réintroduire le temps, il est nécessaire d'associer à l'image d'un système, à un instant donné, un événement qui a eu lieu à un instant différent. C'est précisément ce que fait, très simplement, l'inertie de Copernic avec la mémoire du point. Elle compare le temps mis à parcourir $M_0$ $M_1$ à celui utilisé pour parcourir $M_1$ $M_2$. Si l'on coupe $M_0$ $M_2$ par un grand nombre de points, distribués irrégulièrement, l'inertie copernicienne nous définit les temps comme proportionnels aux espaces parcouru par un mobile sans accélération. Cette définition déguisée du temps, lie le temps et l'espace de façon très intime, car elle élimine l'opération frot complexe de synchronisation, qui consisterait à repérer le passage en une position du mobile, à le repérer par rapport à un autre mouvement définissant le temps et à reproduire la même opération pour d'autres points. Grâce à l'inertie copernicienne, ces opérations n'interviennent plus que dans l'étude des mouvements accélérés, et pour déterminer la vitesse moyenne du mouvement uniforme par rapport au mouvement étalon.

En règle générale, il semble que l'on a intérêt à lier les notions les unes aux autres le plus possible, en éliminant les opérations parasites. En y regardant de plus près, on y trouve une sorte de rationalisation du travail intellectuel. Il y aurait lieu de revenir plus longuement sur cette question. Aujourd'hui je me contenterai d'indiquer que je vois, dans ce couplage intime des notions de temps et de mouvement, l'une des causes du succès de l'inertie copernicienne.

Avec l'ancienne conception de l'inertie chimique, on relie l'évolution d'un système, non pas à son évolution préalable, mais aux fréquences des chocs des molécules et surtout à des probabilités de réaction, etc. Le temps est défini de façon complexe au lieu de l'être de la façon la plus simple. Il y aura certainement lieu un jour, de rapprocher ces deux définitions du temps, pour examiner leurs relations, mais il semble peu désirable de faire à la fois l'étude des réactions, de leurs accélérations et l'étude de leur relation avec la théorie cinétique. Puisqu'il y a difficulté, il y a intérêt à diviser cette difficulté en étudiant les vitesses de réaction et leurs accélérations par rapport à elles-mêmes, puis en recherchant, par ailleurs, leurs relations avec la théorie cinétique. Il serait superflu de pratiquer de la sorte pour l'étude de la vitesse de recombinaison des ions en phase gazeuse, puisque cette vitesse suit rigoureusement les prévisions des calculs faits par M. Paul Langevin [6]. Mais, dans les cas d'évolutions chimiques, qui, eux, présentent des difficultés, il est utile de décomposer la difficulté.

### 3° Choix d'axes particuliers.

Si on examine ce que l'inertie copernicienne introduit dans le formalisme, dans la représentation, on constate qu'elle conduit à comparer un mouvement quelconque à un mouvement plus simple, qui lui est tangent dans l'espace-temps. En géométrie analytique, lorsque l'on veut analyser ce qui se passe autour d'un point d'une courbe ou d'une surface, on simplifie souvent la question en choisissant des axes liés à la courbe ou à la surface. La notion copernicienne d'inertie conduit à étudier le mouvement en le rapportant à des axes privilégiés, dont l'un lui est tangent dans l'espace-temps. Sur ce point l'analogie est excellente entre les notions d'inertie mécanique et chimique. C'est pour les raisonnements une base sûre, au moins en apparence. L'exemple de Copernic et de Galilée montre assez quelle importance on doit attacher au choix des axes de référence, lorsque l'on veut rechercher les lois qui régissent un phénomène donné. Telle loi, simple dans un système de référence convenable, devient extrêmement compliquée, et par suite, presque introuvable dans un autre système. C'est une question très importante. Elle mériterait qu'on approfondisse l'étude sommaire que nous allons faire.

Considérons un mobile possédant à l'événement $xyzt$, la vitesse $dx$ $dy$ $dz$ $dt$. S'il n'est soumis à aucune force, ce mouvement continuera indéfiniment. Si, au contraire, il est soumis à une force, elle lui communique une accélération, c'est-à-dire un écart progressif avec le mouvement tangent dans l'espace-temps.

Si, dans l'espace, on considère une courbe passant par le point $xyz$ avec la direction $dx$ $dy$ $dz$, et qu'on la compare avec la droite passant par le même point dans la même direction, on est obligé

6. Langevin : Thèse, Paris, 1905.

d'étudier, non pas la variation des coordonnées, fournie par les dérivés premières, mais l'écart avec cette tangente qui est donné par les dérivées secondes $\frac{d^2y}{dx^2}$ $\frac{d^2z}{dx^2}$. Cette méthode revient à étudier la courbe en prenant la tangente comme axe de coordonnées.

Peut être y aurait-il intérêt à développer cette analogie qui a déjà été si féconde et à faire un changement d'axes plus complet pour étudier certains mouvements, mais ce serait sortir de notre sujet. De la même façon, la conception copernicienne de l'inertie revient, dans une certaine mesure, à choisir des axes attachés au mouvement en le comparant à son mouvement tangent. Painlevé [7] a longuement insisté sur l'importance du choix des axes de référence. « Pour l'école de « Tycho Brahé, dit-il, tous les repérages des mou« vements se valent, et il n'y a pas de raison « d'adopter l'un plutôt que l'autre. Qu'on rap« porte les mouvements à la terre, la terre est « fixe, qu'on les rapporte à des directions issues « du soleil et qui accompagnent les étoiles, la « terre a un double mouvement. Simple question « de convention. Cette doctrine est inattaquable au « point de vue purement descriptif, mais non pas « au point de vue de la recherche des causes. Ce « qui lui échappait, et ce que Galilée, au con« traire, faisait ressortir avec vigueur, c'est que « le principe de causalité et en particulier le co« rollaire de la symétrie ne sauraient être vérifiés « que moyennant un repérage spécial des mou« vements et non dans un repérage quelconque ».

Ainsi Painlevé attache aux relations entre la causalité et le système de référence une importance capitale. Par là il montre l'importance du choix du système de référence, au point de vue de la recherche des causes, ou, plus simplement, au point de vue de la recherche. Quelques équations illustreront cette idée en rappelant combien les causes d'un phénomène se compliquent lorsque l'on change les axes de coordonnées.

Considérons deux représentations par rapport à deux systèmes d'axes linéaires. Soient $xyzt$ et $x_1\ y_1\ z_1\ t_1$ les coordonnées d'un événement (ou point-temps) dans l'un et l'autre système. Supposons d'abord que le passage de l'un à l'autre système soit linéaire. Il se traduira par les équations :

$$(1) \qquad \begin{aligned} x_1 &= \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z + \delta_1 t + \varepsilon_1 \\ y_1 &= \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z + \delta_2 t + \varepsilon_2 \\ z_1 &= \alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3 z + \delta_3 t + \varepsilon_3 \\ t_1 &= \alpha_4 x + \beta_4 y + \gamma_4 z + \delta_4 t + \varepsilon_4 \end{aligned}$$

Où les $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon$ sont des constantes. Ces équations fournissent tous les systèmes en translation uniforme les uns par rapport aux autres.

La direction d'un mouvement dans l'espace est donnée par les quantités $dx\ dy\ dz\ dt$ ou bien $dx_1\ dy_1\ dz_1\ dt_1$ suivant le système que l'on emploie. Elles permettent de calculer les vitesses des points $xyz$ ou $x_1\ y_1\ z_1$. Elles ne sont pas indépendantes. Elles sont liées par les relations :

$$(2) \qquad dx_1 = \alpha_1 dx + \beta_1 dy + \gamma_1 dz + \delta_1 dt$$

Supposons que l'une des vitesses obéisse à la loi de l'inertie nous aurons les équations :

$$(3) \qquad \frac{dx}{k} = \frac{dy}{l} = \frac{dz}{m} = dt$$

$k$, $l$, $m$, étant des constantes. En combinant (2) et (3) on obtient

$$(4) \qquad \begin{aligned} dx_1 &= (\alpha_1 k + \beta_1 l + \gamma_1 m + \delta_1)dt \\ dy_1 &= (\alpha_2 k + \beta_2 l + \gamma_2 m + \delta_2)dt \end{aligned}$$

Ce qui exprime la loi de l'inertie dans le deuxième système. Ces relations sont simples parce que les $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon$ sont des constantes mais si on en fait par exemple, des fonctions du temps, tout se complique.

Si donc un mobile obéit à l'inertie copernicienne dans un système d'axe donné, il y obéit dans tous les systèmes qui s'en déduisent par translation uniforme. Par contre, dans tous les systèmes où il n'en sera pas ainsi, c'est-à-dire où les $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon$ seront fonctions du temps, les lois de vitesses, simples dans le premier système, pourront être compliquées dans le second. Dans leur expression entreront l'origine des coordonnées, et les vitesses de rotation des axes de coordonnées fournies par les $\frac{\partial\alpha}{\partial t}, \frac{\partial\beta}{\partial t}, \frac{\partial\gamma}{\partial t}, \frac{\partial\delta}{\partial t}$.

Si une loi de vitesse est simple pour un système de coordonnées, elle est compliquée vis-à-vis d'un grand nombre d'autres systèmes. Si cette difficulté est un peu gênante quand on connaît la loi et qu'on change de système, elle devient une barrière presque infranchissable quand on recherche des relations encore inconnues de causes à effet dans un système où leur expression est compliquée.

Il est assez difficile d'imaginer que la distance du mouvement étudié à un point arbitraire, choisi comme origine des coordonnées intervient comme une des causes du mouvement lorsqu'on choisit des axes qui tournent par rapport aux étoiles. On peut en effet, aussi raisonnablement envisager l'influence du soleil ou de la lune sur le mouvement considéré, même s'il s'agit de celui d'un obus, du moment où l'on ne sait pas que cette influence est négligeable.

Si maintenant, nous montrons que la nouvelle conception de l'inertie chimique correspond à un

7. Les axiomes de la Mécanique, p. 34.

choix particulier du système de référence, on comprendra l'importance que nous attachons à ce point de vue.

Considérons un système chimique qui évolue, nous pouvons représenter son évolution au moyen de diverses coordonnées dont le choix dépend de plusieurs fonctions arbitraires, en plus du choix de l'origine des coordonnées. Si nous le comparons à un système donné, par exemple le plus simple parmi ceux qui sont susceptibles d'avoir la même évolution, nous précisons déjà beaucoup le choix des coordonnées. C'est là le rôle que joue en mécanique la notion d'inertie copernicienne et en chimie la nouvelle conception de l'inertie puisque au lieu d'étudier une évolution de façon absolue, nous étudions ses variations par rapport à une évolution simple susceptible de la prolonger. Reste à préciser quelle est l'évolution simple qu'il est le plus avantageux de considérer.

Nous la déterminerons par analogie avec la géométrie analytique et avec la mécanique classique. Dans l'une et l'autre, l'être de référence, pour la courbe ou pour le mouvement est la courbe ou le mouvement le plus simple possible. Pour la courbe c'est la droite tangente, pour le mouvement, c'est le mouvement uniforme tangent. Une condition qui semble essentielle, c'est qu'il soit déterminé de façon unique lorsque l'on se donne les coordonnées *xyzt* et leurs différentielles *dx dy dz dt*, sans quoi il ne pourrait pas servir d'axe de référence.

Ce qui rend délicate la détermination de ce mouvement, c'est que sa simplicité dépend non seulement des axes, mais des fonctions qui sont les coordonnées. Pour l'étude d'un système mécanique, on adopte des coordonnées cartésiennes vis-à-vis desquelles la droite et le mouvement uniforme ont une forme simple. Dans le cas des évolutions chimiques il s'agit de choisir le mouvement le plus simple, mais dans le système de coordonnées le meilleur. C'est pourquoi il convient de rappeler l'enseignement de PAINLEVÉ [8].

« En définitive, la méthode expérimentale n'a « joué qu'un rôle auxiliaire dans la formation de « la Mécanique. Ce sont des idées générales, pré« cédant toute expérience scientifique, qui ont « engendré les axiomes de cette science, et le « rôle de l'expérience a été surtout de préciser ces « idées générales et de *guider les tâtonnements « qu'entraînait leur interprétation*. Ce sont des « idées générales qui ont permis de retrouver et « de suivre les fils enchevêtrés des lois simples « dans la trame complexe des phénomènes ».

Peut-être y aurait-il lieu d'étudier le choix des coordonnées au moyen des idées générales, comme il y a lieu d'étudier le choix du système de référence. Cependant je n'y insisterai pas ici parce que les conditions de simplicité sont plus faciles à utiliser lorsque les difficultés relatives à la notion de temps ont disparu.

Je donnerai seulement un exemple. Considérons un milieu A évoluant vers un milieu B. Supposons que le passage de l'un à l'autre se fasse par l'enrichissement en B du mélange contenant A et B, avec coexistence de la substance transformée B et de la substance non transformée A. Dire que la vitesse d'évolution de A est constante, c'est dire que la proportion de matière qui, à chaque instant, évolue de A en B est proportionnelle à A.

Le cas le plus simple semble donc celui où A évolue vers B sans que B ait une action sur cette évolution. C'est le cas des transformations radioactives simples, c'est aussi le cas des réactions chimiques du premier ordre.

Cette nouvelle conception de l'inertie chimique consiste donc à comparer une évolution chimique quelconque, en phase homogène, à l'évolution tangente de premier ordre et à classer les causes des écarts indiqués par l'expérience.

On sait que, dans le cas élémentaire, si $x$ est la concentration en poids de A dans le mélange, $x$ est relié au temps par l'expression

$$-\mathrm{L}x = v_0 (t - t_0) \qquad (5)$$

obtenue en intégrant l'équation :

$$-\frac{dx}{x} = v_0 dt$$

Si, pour simplifier l'écriture, on pose

$$y = -\mathrm{L}x \qquad (6)$$

il vient :

$$y = v_0 (t - t_0) \qquad (7)$$

Cette équation exprime la nouvelle conception de l'inertie chimique dans un cas particulier important. La formule (7) est simple et analogue à la formule exprimant l'inertie mécanique, mais pour y parvenir il faut écrire l'équation (6) qui est un changement de variable arbitraire. Cependant il n'est pas indifférent de constater que ce changement de variable conduit aussi à la notion de pH. Le fait que nos raisonnements guidés par des raisons de simplicité nous imposent, dans le choix des variables, l'une des variables les plus importantes de la chimie moderne n'est pas sans intérêt. On vérifie que, quelque soit la fonction $y = f(t)$ (8) représentant une évolution réelle, il existe, à chaque instant, une évolution de premier ordre, qui lui est tangente, c'est-à-dire telle que $y$, $t$, $dy$, $dt$, leur soient communs. L'équation (7) représente, en effet, toutes les droites du plan

8. Les axiomes de la Mécanique, p. 36.

des $(y, t)$ et la définition de l'évolution de $y$ est telle qu'en chaque point, la courbe (8) possède une tangente et une seule.

### 4° Changement de systèmes d'axes.

Les équations (4) nous ont rappelé que si un mouvement est rectiligne et uniforme, vis-à-vis d'un système de référence, il l'est aussi vis-à-vis de tous les systèmes en translation uniforme par rapport à ce système. Si donc, le principe de l'inertie est vérifié par rapport à un système donné, il l'est vis-à-vis de tous les systèmes en translation par rapport à lui. Par contre, il ne l'est pas, par rapport aux systèmes, qui présentent des rotations par rapport au premier système. On peut se demander si cette invariance par rapport aux systèmes d'axes en translation comportera une analogie dans le cas de l'ineltie chimique.

On ne voit pas de raisons de chercher à conserver cette invariance, vis-à-vis d'un grand nombre de systèmes de référence, car elles ne semble pas particulièrement intéressante, au point de vue chimique; cependant, il se peut qu'elle soit une des conséquences des conditions de simplicité que nous avons introduites. En effet une relation simple est à grande symétrie (au sens le plus général du mot), elle est invariante par rapport à un grand nombre de transformations telles que certains changements de systèmes de références. Si toutefois ces conditions de simplicité ne déterminaient pas toujours complètement notre choix, il n'y aurait pas intérêt à chercher à satisfaire l'invariance vis-à-vis d'un grand nombre de systèmes de coordonnées.

### 5° Causes minima.

Ce sont les relations du principe de Curie généralisé et de l'inertie mécanique qui m'ont conduit à rechercher une nouvelle conception de l'inertie chimique, les analogies semblent, à ce point de vue, très profondes. Cette question est intimement liée à la recherche des causes minima[9], dont j'ai eu l'honneur de vous entretenir l'an dernier. Si un système évolue spontanément vers l'arrêt la quantité de transformations qui le laissent invariant augmente. Certaines transformations sur la variable temps, par exemple, sont admises à l'arrêt tandis qu'elles ne le sont pas durant le mouvement c'est le cas des transformations finies sur les vecteurs vitesses. Si au contraire le système conserve ses vitesses d'évolution, l'accroissement de la quantité de transformations qu'il admet est moins rapide. Les causes qui déterminent le phénomène se conservent, par suite, plus longtemps. Chacune d'elle explique ainsi plus de choses, et par conséquent, ce que l'on pourrait appeler le rendement explicatif de chacune d'elles est meilleur. Il n'est plus besoin d'introduire un aussi grand nombre de causes, et par conséquent de données, pour interpréter un nombre donné d'observations. En termes moins précis, mais plus imagés, on peut dire que l'ensemble des causes avec lesquelles on interprétait à chaque instant l'évolution sont réduites au minimum et qu'il suffit de considérer l'ensemble susceptible de les faire varier. On comprend, que la seconde conception puisse être plus simple que la première. Comme nous allons, après bien d'autres, attribuer le succès de l'inertie copernicienne à des raisons de simplicité, ce nous sera une raison de plus de proposer la nouvelle conception de l'inertie chimique.

Dans les études sur la généralisation du principe de Curie, nous avons désigné par l'expression causes minima, les causes d'un phénomène dont on peut déduire l'existence d'après la constatation de ce phénomène. Nous avons montré qu'elles formaient le minimum des causes nécessaires pour produire ce phénomène. Ceci revient à dire que l'on pourrait réaliser ce phénomène avec une plus grande complexité de données, mais pas avec une complexité plus faible. Si des données peu complexes (par exemple très symétriques) pouvaient produire un phénomène plus complexe (par exemple moins symétrique) des transformations admises par les causes ne le seraient pas par les effets, ce qui est contraire au principe de Curie généralisé.

Considérons un mobile M, lancé dans l'espace, avec une vitesse donnée. Si l'espace-temps est homogène et isotrope et si aucune cause n'agit sur le mobile, nous pouvons admettre que la vitesse passée est une cause minima pour la vitesse future, elle est aussi une cause suffisante. Toutes deux sont, en effet, superposables et admettent par conséquent les mêmes transformations.

Au moyen du principe de Curie primitif, on peut déduire la conservation de la direction. Soit P le point du système de référence où passe le mobile M à l'instant $t$, nous pouvons prendre ce point comme centre des coordonnées, l'un des axes ayant la direction de la vitesse d'arrivée. Comme l'espace est supposé isotrope et homogène, tout est symétrique par rapport à cet axe, autour duquel les données du problème sont de révolution. Par conséquent, conformément au principe de Curie, si aucune force appliquée sur M ne vient rompre cette symétrie, le mouvement du point continuera à être symétrique autour de cet axe et sa

9. Voir Analogies entre les principes de CARNOT, MAYER et CURIE, p. 30 (Hermann, Paris).

direction sera conservée. On voit que ce raisonnement exige l'hypothèse de la symétrie de l'espace, autour de cet axe, et que, si, par exemple, les géodésiques étaient dissymétriques, cette hypothèse ne serait pas satisfaite. Cette hypothèse, qu'exige l'application du principe de Curie, est une condition de simplicité, il faut qu'il n'y ait pas de cause explicite ou implicite de dissymétrie.

Des hypothèses de simplicité, exactement analogues, nous procurent une symétrie autour d'un instant $t$, comme les hypothèses précédentes nous ont fournie une symétrie autour de l'axe de la vitesse. En effet, considérons les instants $t_0$ et $t_1$ tels qu'ils soient équidistants de $t$, cette symétrie dans le temps correspondra à une symétrie dans l'espace de deux positions autour de la troisième. Pour que cette symétrie diminue, il faut introduire une cause de dissymétrie, ce qui revient à exprimer que chaque accélération décèle une force. Il est nécessaire de la définir, si l'on veut que les effets soient au moins aussi symétriques que les causes. S'il faut des forces pour créer un mouvement, il en faut aussi pour le ralentir et ceci entraîne la notion copernicienne de l'inertie.

On peut transposer ces raisonnements dans le domaine chimique et rechercher si l'évolution antérieure à l'instant $t$ d'un système ne peut pas être considérée comme la cause suffisante de son évolution postérieure à $t$. Des conditions de simplicité analogues à celles qui entraînent la symétrie dans le temps, conduisent à une conception de l'inertie chimique analogue à celle de l'inertie copernicienne. Pour qu'une évolution chimique subisse une accélération ou un ralentissement, il faut introduire une cause susceptible de diminuer cette symétrie. On aura ainsi le maximum de simplicité, dans l'étude du rapport des causes aux effets, puisqu'on aura le maximum de symétrie dans la représentation. Ceci n'avait pas lieu avec l'ancienne conception, qui supprimait complètement la symétrie dans le temps. Et l'on voit apparaître ainsi la relation, si importante, avec la définition du temps.

## 6° Energétique.

Quand on examine un mobile M, qui se déplace par rapport à un système galiléen S, sans action sur lui, suivant un mouvement rectiligne et uniforme, on constate que, connaissant le mouvement de M à un instant donné, on peut déduire son mouvement à un instant préalable. Il s'ensuit que le système initial admet toutes les transformations admises par le système final. Dans ce cas, les données initiales pouvant être déduites de l'état final, il n'y a pas eu perte de renseignements, comme cela se passe avec les systèmes dont l'état final ne permet pas de calculer l'état initial. Ce dernier cas se réalise lorsque l'état final admet plus de transformations que l'état initial.

On doit se demander si un système chimique, qui évolue sans subir d'action intérieure ou extérieure, possède la même propriété et si, lors de son évolution, il admet toujours les mêmes transformations, ou s'il en admet de nouvelles à chaque instant.

Sans résoudre, pour l'instant cette difficulté, on peut rechercher ses rapports avec la question de l'énergie. Dans le cas du mouvement uniforme d'un point matériel, l'énergie ne change pas de forme, elle change seulement de place. Au contraire, dans le cas d'une évolution chimique, l'énergie ne change pas de place, mais de forme. Cependant, comme il y a dégradation de l'énergie et augmentation de l'entropie, il semble probable qu'il y a augmentation de la quantité de transformations admises. Dans ce cas, il faut faire en sorte de choisir la représentation du phénomène de façon telle que cette augmentation soit aussi petite que possible. C'est ce que réalise la nouvelle conception de l'inertie chimique, si elle fournit la représentation la plus simple du phénomène, comme le font espérer ses relations avec la définition du temps.

Quoi qu'il en soit, on constate, au point de vue de l'énergie, une divergence profonde entre les deux conceptions mécanique et chimique de l'inertie. Mais l'on doit reconnaître que cette divergence n'est nullement défavorable à l'introduction d'une nouvelle conception de l'inertie chimique.

## 7° Flux.

J'ai insisté l'an dernier sur le rapport du principe de Curie généralisé et des flux capables de produire sur un système donné une action appréciable [10]. Je rappelle, en quelques mots, le lien que l'on peut voir entre eux. Considérons un système isolé c'est-à-dire tel que toutes les causes de son évolution ultérieure soient contenues en lui. Il est invariant vis-à-vis de certaines transformations. En vertu du principe de Curie généralisé, il restera invariant vis-à-vis de toutes ces transformations, tant qu'il restera isolé. Il ne pourra être renouvelé que par une action extérieure, par un flux.

Ainsi, un flux, une action extérieure, est capable de modifier l'évolution d'un système et de la renouveler. Un flux introduit, le plus fréquemment, une complexité supplémentaire, une donnée de plus qui vient compliquer le système étudié, sur-

10. Voir Analogies entre les principes de Carnot, Mayer et Curie, p. 38, (Hermann, Paris).

tout si l'on a affaire à un système homogène, tel qu'un milieu chimique qui évolue.

Dans un système constitué d'un point matériel libre, lancé par rapport à un système galiléen, le principe de l'inertie nous indique qu'il faut une action nouvelle, telle qu'une force, pour modifier son évolution. Cette force n'intervient que si une action extérieure la provoque, sans quoi, le mobile lancé continue éternellement son mouvement. Ainsi, pour arrêter un mobile en mouvement, une balle par exemple, en un point donné quelconque de sa trajectoire, il suffit d'introduire sur son parcours une plaque d'acier. C'est une cause extérieure au système formé par la balle et le système de référence, qui vient ainsi pertuber son évolution.

Il en est de même dans les évolutions chimiques. Sans une action extérieure énergique, qui prend par exemple l'aspect d'un prélèvement accompagné d'un refroidissement brusque, opération assez compliquée, dont la dissymétrie est importante, le système continue jusqu'au bout son évolution. Dans le cas où cette évolution s'arrête spontanément, cet arrêt n'a pas lieu pour toutes les valeurs des concentrations, quelles que soient les conditions. Au contraire, elle s'arrête pour les valeurs, très particulières, que sont les concentrations d'équilibre. Ainsi, l'inertie chimique ne tend pas à faire arrêter l'évolution d'un système, dans n'importe quel état; elle tend, au contraire à la faire continuer et il faut une cause extérieure importante pour lutter contre cette inertie et arrêter le système. On voit qu'à ce point de vue il y a encore analogie entre les notions mécaniques et chimiques de l'inertie. Elle est d'autant plus intéressante qu'elle est d'ordre expérimental.

## Conclusion.

En résumé, on peut s'inspirer des idées de Copernic, qui ont rendu de si grands services à la Mécanique, pour étudier les évolutions chimiques en fonction du temps. Cette transposition présente certaines difficultés, dont nous avons signalé les principales. Il convient de bien les connaître pour les vaincre et arriver le plus rapidement au but. Dans ce travail on sera guidé par des analogies profondes et nombreuses dont la connaissance aidera les recherches. On peut représenter schématiquement l'ensemble de la question par le tableau suivant :

| | |
|---|---|
| Point de vue historique ................. | Analogie |
| Notion de temps......................... | Analogie |
| Choix d'axes particuliers................ | Analogie |
| Changement de systèmes d'axes........... | Différence |
| Causes minima .......................... | Analogie |
| Énergétique............................. | Différence |
| Causes extérieures...................... | Analogie |

Ce tableau montre combien de raisons convergent pour faire transposer les idées de Copernic, dans le domaine chimique. De plus, il rappelle les analogies dont on peut s'inspirer pour diriger les tâtonnements nécessaires lors des premières applications de ces idées. Cette convergence d'analogies permettra de préciser la nouvelle notion d'inertie chimique. La plus commodément utilisable est celle qui envisage les notions d'inertie comme un choix de système de référence. Ce qui donne toute son importance à ce point de vue, c'est que la question du choix du système de référence est une question fondamentale, dont dépend le succès de cette recherche. L'exemple de Copernic et de Galilée, qui ont réalisé un progrès immense, en changeant un système de référence en est la meilleure illustration.

Mais les idées de Copernic ne sont pas les seules qui ont conduit la mécanique classique à l'état de perfection qu'elle présente aujourd'hui, pour les petites vitesses, dans les expériences macroscopiques. Elles y ont contribué puissamment, mais les précisions apportées par d'Alembert, sur les forces d'inertie, ont aussi une large part dans cette édification. C'est pourquoi il semble intéressant de guider les recherches vers la transposition des idées de d'Alembert au domaine chimique. Deux cents ans ont séparé les travaux de Copernic de ceux d'Alembert. Comme il s'agit seulement de les copier, on peut espérer qu'il faudra un peu moins longtemps, pour transposer, dans le domaine chimique, le progrès correspondant.

**Paul Renaud,**
Docteur ès Sciences.

# LES PERTURBATIONS DU CYCLE PHOSPHO-CALCIQUE AU COURS DE QUELQUES AFFECTIONS OSTÉO-ARTICULAIRES

L'on sait que bon nombre de dystrophies osseuses reconnaissent à l'origine un métabolisme vicié du phosphore et du calcium. Que l'on ait retenu surtout le rôle joué par ce dernier, que l'on ait paru davantage méconnaître l'influence de celui-là sont aujourd'hui constatations indiscutables. Si l'on ajoute que beaucoup d'auteurs n'ont voulu relever pour certaines affections du tissu osseux lui-même qu'une pathogénie et une étiologie univoques, il ne faut pas s'étonner des obscurités dominant trop de faits de la pathologie ostéo-articulaire. L'on s'accorde à penser toutefois que bien de ces affections ressortissent soit à un apport insuffisant de phosphore et de calcium, soit à une fixation défectueuse ou incomplète de celui-ci, soit à une ostéolyse morbide locale ou générale. Pour l'Homme comme pour les animaux domestiques, la pléthore calcique est presque la règle — sans très grands inconvénients semble-t-il —, et la carence phosphorée, plus fréquente que l'on ne croit. L'on peut considérer, avec quelque raison, plusieurs formes de rachitisme et la plupart de celles de l'ostéomalacie comme des aphosphoroses, les premières chez le jeune, les secondes chez l'adulte. Pour ce qui est du rachitisme, cette manière de voir qui repose sur de multiples faits vérifiés, n'exclut pas les variétés relevant d'une autre cause, c'est-à-dire d'une insuffisance d'apport calcique au cours d'ostéopathies de famine et de réduction diététique essentielle ou d'une insuffisance de fixation due à une avitaminose D ou à une insolation réduite. A l'un quelconque des stades de ces dystrophies osseuses, ne les rendant pas spécialement définitives et incurables, peut se greffer une avitaminose; l'ostéophagie ostéomalacique peut se doubler d'intoxication botulinique et c'est le grand mérite de Sir Arnold Theiler d'avoir mis en lumière ces observations, en s'appuyant sur la double démonstration de la clinique et du laboratoire, car les symptômes de l'affection surajoutée sont encore inscrits parfois à l'actif de celle principale.

Les ostéoporoses par carence de Calcium sont relativement rares, d'autant plus lentes à s'établir qu'il existe davantage de Calcium et moins de Phosphore. Nous les négligerons pratiquement. Nous insisterions plutôt sur les rachitismes par carence de Phosphore dans lesquels l'ossification normale n'est pas possible quel que soit le taux de Calcium ingéré — et immédiatement disponible — ou en réserve. Nous démontrerons aussi que beaucoup de maladies infectieuses ou parasitaires ou cancéreuses, soit toutes celles à potentiel cachectisant insigne, ne sont pas sans retentir secondairement sur le tissu osseux : il s'agit là surtout d'une ostéoclasie métastatique alors que dans les dystrophies osseuses de l'adulte, ostéomalacie et ostéite hypertrophiante de Paget notamment, s'affirme souvent mais point toujours une ostéolyse calcique d'origine hormonale, parathyroïdienne singulièrement. Du point de vue étiologique, nous trouverons donc des formes exogènes relevant de carence alimentaire (avitaminoses, réduction de l'apport minéral), d'erreurs diététiques (régimes générateurs d'acidose et inappropriés non seulement à la croissance mais au simple entretien), d'intoxications (par le fluor, le sélénium, le phosphore, le bore, le strontium, le plomb, par exemple) et des formes endogènes reconnaissant principalement une dysfonction endocrinienne, là ou les glandes agissant le plus généralement par excès.

Il est convenu de déclarer que l'ensemble squelettique représente la grande réserve, l'unique réserve même du Calcium de l'organisme; il serait non moins exact d'étendre partiellement au Phosphore le bénéfice de cette affirmation. Nous déduirions alors, par syllogisme, que toute élimination anormale ou mutation de l'un de ces deux éléments correspond à une maladie de l'os, plus exactement se traduit par une altération du dépôt minéral de la substance osseuse. Encore, chez celle-ci, conviendrait-il de connaître la nature et les variations de taux du phosphore en combinaison organique existant dans le complexe protéique, phosphore qui, libéré vraisemblablement par action fermentaire, serait à l'origine de l'ossification en tissu conjonctif normalement modifié.

Si la clinique n'a pas levé tous les doutes quant aux causes des ostéopathies, si elle n'a pas permis leur correct diagnostic en maintes circonstances, nous estimons que la voix du laboratoire ne s'est pas fait entendre avec suffisamment d'autorité, aussi que les expérimentations les mieux conduites, les plus probantes dans leurs résultats ne devaient pas éclipser et taire les cas plus ou moins spontanés observés chez les animaux non domestiqués. Notre conviction personnelle repose moins sur l'examen clinique du sujet et le radiodiagnostic de ses lésions que sur des bases anatomo-

pathologiques et physico-chimiques. Obtenues en majorité à partir d'animaux sauvages, libres ou en captivité, de peu d'intérêt économique, en sont-elles pour cela dénuées de valeur pratique ? Je ne le pense pas et j'ai dit ailleurs, dans plusieurs de mes leçons anatomo-cliniques, ce qu'il fallait attendre de l'étude d'affections atteignant herbivores et carnassiers *stricts* pour comprendre celles frappant les omnivores et l'Homme, en particulier. Sans doute convient-il de faire preuve d'éclectisme, de témoigner de jugement dans l'examen et de prudence au moment de conclure pour les cas anciens, aggravés d'inflammations multiples et chroniques, intéressant plusieurs systèmes et tractus, ne correspondant plus à une entité morbide, ne se maintenant plus autonomes dans le cadre nosographique ? Que vaut, en effet, un chiffre de phosphatases en unités Bodansky dans une forme avancée de maladie de Recklinghausen compliquée, comme nous avons pu le voir, de néphrite chronique et de colite ? Quelle signification accorder à une hyperphosphatémie évidente chez un sujet atteint à la fois de cirrhose atrophique et d'arthrite bacillaire ? Que déduire d'une calcémie en tous points normale chez une Poule, en période de ponte, avec conjointement hyperplasie colloïde de la thyroïde et myélome multiple ? Il faut savoir sacrifier de bonne heure des spécimens paraissant pleins de santé. En confrontant ultérieurement les signes anatomiques et chimiques avec ceux provenant d'animaux sensiblement de même race et de même âge, mêmes conditions d'élevage et même régime alimentaire, etc., l'on arrive à dégager d'éloquentes données et justifier la pensée de Lecène : une seule expérience bien conduite vaut, par ses résultats, mieux que dix menées sans ordre, sinon avec fantaisie.

Sous l'angle chimique, il y aura même intérêt majeur à doser les diverses formes de calcium et de phosphore, par exemple. Un chiffre brutal de calciurie ou de phosphatémie, de calco ou de phosphorachie peut mettre sur la voie d'un trouble ; il ne saurait préciser l'organe, la glande ou le carrefour vasculaire directement perturbateur et responsable du déséquilibre par dysfonction.

Parmi les complications de caractère insolite pouvant accompagner les affections du cycle phosphocalcique, il y a lieu de signaler :

*Les foyers bacillaires vicariants :* une tuberculose pulmonaire évolue vers la chronicité après calcification pariétale de petites cavernes et repos acquis de l'organe soit spontané soit provoqué ; l'on peut voir apparaître des centres de colonisation de bacilles de Koch s'étendant d'une articulation à l'épiphyse de l'os long correspondant ou, encore, s'établissant dans les corps vertébraux ;

*Les lithiases rénales et vésicales :* j'ai longuement développé[1] les cas d'alimentation d'Ovins par un excès de betteraves à la suite des expériences de Michaël. Presque sans exception, le système vasculaire se montre atteint et, dans beaucoup d'organes et souvent dans le tissu musculaire, il y a des hémorragies résultant de l'éclatement des capillaires. Les reins, la vessie, le cœur et la vésicule biliaire sont augmentés de volume et altérés secondairement. En raison de la grande quantité d'eau contenue dans les betteraves soit fourragères soit sucrières — plus de 90 p. 100 —, les animaux qui les consomment excrètent d'imposants volumes d'une urine plus chargée en substances solides organiques, urée, et en sels minéraux, phosphates, etc. Le premier résultat apparent de cette suractivité rénale est l'accroissement des dimensions de l'organe avec, l'accompagnant, un ramollissement de structure, une atténuation de coloration, un relâchement de la capsule. Les reins sont gorgés d'eau au point que, sans effort, souvent l'on peut les plier en deux entre le pouce et les autres doigts. Dans le tissu rénal rompu et dilacéré, se présentent des noyaux, formations nodulaires sur lesquelles des phosphates en se cristallisant donnent naissance à de petits calculs. Ceux-ci sont, en général, trop volumineux pour que le rein les évacue et un ciment les rapproche pour en former de plus gros. Ceux qui ont pu émigrer par l'uretère tombent dans la vessie qu'ils irritent fortement. S'accumulant et ne cessant d'accroître leurs dimensions, ils arrivent finalement à obstruer l'urèthre et à empêcher l'expulsion de l'urine. L'aboutissement est la distension de la vessie, son inflammation progressive et sa rupture qui marque l'étape finale. J'ai repris, dans le dit mémoire, une observation faite au Zoo de Philadelphie sur un Singe Sajou (*Cebus apiculatus*), mort d'ostéomalacie et dont les reins, assez gros, de couleur gris-jaune, montraient un cortex élargi et, par places, teinté de sang. Le pelvis de l'organe gauche était distendu par deux calculs irréguliers, en masses moulées, brun clair et très dures, probablement constitués par un mélange d'urates et de carbonates. Le rein droit était normal et il y avait peu ou pas de pyélite ; la composition chimique de telles concrétions varie étroitement avec le régime. Sauf chez les Oiseaux ichtyophages et les Reptiles, pour lesquels elles sont exclusivement uratiques, l'on peut dire qu'en général les calculs primitifs du rein sont constitués par des formations de carbonate de chaux, de phosphates de chaux et d'alumine, de faibles quantités de silicate d'alu-

1. Salgues R. : Les Lithiases rénales chez l'Animal. *Rev. Gén. Sc.*, t. XLVII, n° 4, pp. 113-119, 29 février 1936.

mine et de matières organiques; la présence d'urates du tissu rénal est à peu près constante. Les carbonates et phosphates dominent chez les végétariens, les urates s'y montrent plus volontiers associés chez les omnivores, les oxalates font une timide apparition chez les carnassiers;

*Les calcifications :* cas d'Ongulé, *Rucervus duvaucelii*, sacrifié après 18 années de séjour au Zoo de Londres, comme inapte à l'exhibition, avec reins kystiques, contractés, rouge foncé, durs et fibreux à la coupe. Les deux organes étaient entourés de nodules pierreux de tissu gras calcifié. Il y avait, vraisemblablement, accumulation de phosphates et de carbonate de chaux dans les portions dévitalisées et nécrosées de ce même tissu. Au microscope, l'on constatait une prolifération fibrotique extrême, avec sclérose des artères rénales, dilatation kystique des tubes urinifères, dégénérescence hyaline de l'épithélium des tubuli et des faisceaux glomérulaires; dans le foie aussi, l'on pouvait noter des modifications fibreuses, dilatations kystiques et prolifération des capillaires biliaires, donnant naissance à des zones grises, spongieuses, au sein du tissu hépatique. Les calcifications sont d'ailleurs d'observation courante chez l'Homme et chez les animaux; elles siègent avec une certaine fréquence dans le tissu cutané. Leriche a mis en évidence la part prise par les parathyroïdes dans la production de la sclérodermie;

*Les ossifications hétérotopiques :* de la rate (Leriche et Jung), du testicule (Lipschütz);

*Les tumeurs :* je rappellerai [2] qu'en pathologie osseuse, lorsque surgissent des vices de nutrition et que les facteurs physico-chimiques requis pour assurer une ossification convenable sont déficients ou exagérés, en un mot perturbés par des états morbides, se trouvent remplies des conditions favorables à l'apparition d'une tumeur : chondromes établis sur le cartilage néoformé de fractures dans l'ostéomalacie ou encore nés sur des îlots cartilagineux consécutifs au rachitisme, tumeurs osseuses développées sur un tissu cicatriciel ostéomyélitique, sur des plages partiellement dévitalisées à la suite d'une intoxication grave par le phosphore ou par le fluor. Bland-Sutton l'a mentionné chez un Nandou, *Rhea americana* [3], porteur d'un enchondrome de la région métatarsienne. Ce jeune sujet avait succombé aux suites d'une fracture et, à l'autopsie, B. S. constata que le squelette tout entier témoignait de lésions rachitiques. Sur chaque métatarsien existait un enchondrome, né du cartilage épiphysaire, de la dimension d'une noix.

Ces cas avancés, à syndromes confus, se prêtent mal à l'étude chimique des humeurs. Une affection intercurrente y met fin avant que le sujet n'ait été suivi de manière profitable. Il existe heureusement des cas presque purs qui, pris au début, permettent de dégager d'utiles enseignements. Nous allons les examiner sommairement :

*Maladie de Recklinghausen :* indiscutable manifestation d'hyperparathyroïdisme, caractérisée par la sclérose atrophique du squelette. Destruction de l'os de la moelle vers la périphérie, décalcifications des zones péri-osseuses, vacuoles dans les os longs — ce qui la différencie de la maladie de Paget —, trame conjonctive lacunaire donnant une opacité radiographique hétérogène. S'observent concurremment des fractures simples siégeant principalement dans les zones de condensation et des calcifications du système réticulo-endothélial, aussi une ossification périphérique en tissu ostéoïde mal calcifié, d'où de très appréciables remaniements osseux dus davantage, semble-t-il, à l'activité des ostéoclastes qu'à des influences humorales. La phosphorémie est plus ou moins abaissée, sauf lorsqu'il existe une néphrite chronique; l'abaissement porte surtout sur le phosphore minéral (orthophosphates), à un degré moindre sur les autres formes de phosphore sauf celle lipoïdique. Il y a augmentation du taux de phosphatases. L'hypercalcémie est la règle, porte sur le calcium ionisé, mais paraît assez intimement varier avec le pourcentage de protéines. Calciurie et phosphaturie vraie sont fortement exagérées.

*Rachitisme :* c'est la forme typique du trouble de minéralisation de la substance fondamentale, jamais la décalcification d'un tissu osseux déjà édifié. Phosphore et calcium risquent de se trouver en proportions voulues pour assurer une ossification correcte mais l'agent catalytique fait défaut soit conditions actinophobes soit avitaminose, ou les facteurs ambiants sont défavorables, l'acidité du milieu, par exemple, empêchant la fixation du calcium dans le tissu ostéoïde. Il n'y a, en général, ni ingestion carencée en calcium ni excès de désassimilation calcique. L'avitaminose A et l'insuffisance de phosphore provoquent à coup sûr le rachitisme. Suivie et traitée en conséquence, l'affection est certes curable mais elle laisse subsister les altérations céphaliques et des extrémités. L'os, plus riche en eau et en substances organiques, est très pauvre en matières minérales, spécialement en phosphore, très manifestement en calcium. Il y a toujours un certain degré de myo-

2. Salgues R. : Les Tumeurs osseuses chez l'Oiseau. *L'Oiseau et la Rev. fr. ornithol.*, année 1935, nos 3 et 4, pp. 534-547, illus.

3. Bland-Sutton J. : Tumours in Animals, *Journ. Anatomy and Physiol.*, 19, p. 415, 1885.

malacie. L'hypophosphatémie est constante au même titre que l'hyperphosphatasémie — le taux de phosphore organique restant sensiblement normal —; cette diminution de pourcentage du phosphore du sang peut n'être qu'une conséquence de l'acidose, partie du phosphore plasmatique passant dans les globules. L'hypocalcémie est non moins remarquable. Le tableau clinique se complète d'hyperphosphaturie, très souvent aussi d'ammoniurie.

*Ostéopathies dites de carence:* signalées sans qu'elles puissent utilement prendre place dans le cadre nosographique. L'hypophosphorémie et l'hypocalcémie existent mais demeurent discrètes, l'hyperphosphatasémie est accentuée. Mais ces trois éléments n'ont que peu de valeur diagnostique; la radiographie n'intervient pas pour les mieux situer.

*Ostéoporoses:* sauf dans le type sénile, elles paraissent n'être que des formes atténuées d'ostéomalacie. Souvent décelables au cours de la grossesse et durant la période de lactation et, plus ou moins prononcées, physiologiques pourrait-on dire, pendant les premiers mois de la vie du nourrisson. Peuvent être le résultat d'une avitaminose A. Il y a raréfaction de la substance osseuse, avec maintien de l'intégrité du tissu ostéoïde. Pas de différences sensibles de composition par rapport à l'os normal quant aux teneurs en eau, matière organique (graisses notamment), mais l'on constate un net abaissement du taux de cendres, surtout de la chaux. La calcémie se maintient dans les habituelles limites, l'hypophosphorémie est d'observation courante, la phosphatasémie est normale ou légèrement plus faible.

*Ostéomalacie:* maladie extrêmement polymorphe. La forme physiologique — la seule curable, d'ailleurs aisément et souvent spontanément —, est l'ostéomalacie gravidique fruste et du part, reconnaissant un métabolisme phosphocalcique exacerbé par l'emprunt fœtal. A l'opposé, existe la « paralysie des cages », affection de claustration et de réduction spatiale, compliquée parfois de régime inapproprié et trop riche en hydrates de carbone — encore que l'acidose ne provoque pas l'ostéomalacie —, fréquente autrefois chez les animaux sauvages en captivité, rare maintenant avec l'amélioration des conditions de celle-ci. Les Primates y payaient lourd tribut : c'est essentiellement une ostéo-myomalacie parétique. Moussu a mis en évidence une forme infectieuse d'ostéomalacie, provoquée par un coccobacille et se traduisant par une décalcification homogène. Les altérations du squelette intéressent le thorax, les vertèbres, le pelvis; à peu près constante et fort curieuse est la déformation du bassin. L'on note une réduction du tissu spongieux épiphysaire, un amincissement du cortex diaphysaire, un évidement marqué du sinus médullaire, la prépondérance du tissu ostéoïde. Les os sont plus riches en matière organique, graisses principalement, et en eau, beaucoup plus pauvres en cendres, à l'exception de la magnésie — la diminution du phosphore est relativement moindre que celle du calcium —. Il y a hypophosphatémie — l'abaissement constant du taux d'orthophosphates incite les sujets atteints à l'ostéophagie, point de départ d'originales et rationnelles recherches sur l'ostéomalacie du gros bétail —, hypocalcémie, hyperkalémie et hyponatrémie, hyperthioémie. Calciurie, phosphaturie, magnésiurie très exagérées le plus souvent peuvent se compliquer d'une hémi-albumosurie de type Bence-Jones, de règle dans les myélomes. A un autre point de vue, l'on observe la suppression du cycle de l'oestrus chez la plupart des femelles domestiques et une ostéomyolyse pénienne chez le Chien (Salgues). L'arrêt d'ovulation et la suppression des règles ont été observés par nous chez trois Primates ostéomalaciques; dans deux cas, il y avait bilatéralité de lésions microkystiques des gonades. Aux stades avancés de l'affection, la cachexie ne fait jamais défaut.

*Ostéite déformante (Maladie de Paget):* sous ses formes locale ou générale, reste une maladie de l'adulte. Il y a déformations céphalique et des maxillaires, cyphose dorso-cervicale, épaississement des os longs. Le tissu compact normal ne se forme plus et le tissu spongieux est prédominant. Les canaux de Havers sont élargis. Les cavités médullaires contiennent un tissu conjonctif fibrillaire; dans les travées osseuses, les lamelles stratifiées sont irrégulières. Radiologiquement, les os ont un aspect flou, « ouaté », sans contours nettement arrêtés; il y a alternance de taches claires correspondant aux plages de raréfaction et de taches foncées indiquant les zones de compacité; le tissu ostéoïde est kystique. Calcémie et phosphatémie paraissent normales, l'hypercalcémie n'est fréquente que dans les formes généralisées et le taux des orthophosphates paraît d'une stabilité remarquable. De l'accroissement de la phosphatasémie aux stades avancés de l'affection et de la confrontation de ces résultats avec les indications radiographiques, l'on a essayé d'établir un rapport entre l'augmentation du taux des phosphatases et la gravité des lésions squelettiques; nous n'avons jamais en ce qui nous concerne observé une telle proportionnalité pas plus que nous n'acceptons, pour les animaux atteints d'ostéite déformante, l'appui des facteurs étiologiques : car-

diopathies et syphilis invoquées comme causes déterminantes de la maladie de Paget par l'école française, à quelques personnalités près. Il n'y a pas de réaction albumosurique de Bence-Jones.

L'on doit conclure que rachitisme, ostéomalacie, ostéoporoses, maladies de Recklinghausen et de Paget ne sont tous à des degrés divers que des affections du cycle phospho-calcique, que des modalités contingentes de l'atteinte de l'os en formation pour le rachitisme et peut-être la maladie de Recklinghausen ou de l'os formé pour toutes les autres : même cause et conséquences différentes. Le diagnostic ne saurait être positif pour chacune de ces maladies que lorsqu'elles revêtent une forme avancée, c'est-à-dire complète, généralisée, typique; la difficulté est extrême pour tous les cas au début.

***

A dessein, nous donnons aux résultats de notre expérience une forme simple mais, en réalité, de très nombreux facteurs interviennent qui ne troublent aucunement la quiétude des non-initiés. Je ne retiendrai que :

L'hyperphosphatémie physiologique des races bovines de montagne — et l'on sait qu'il peut exister chez les Bovins une ostéomalacie épizootique —; les décalcifications ou plutôt les moindres calcifications osseuses chez les sujets domestiques ou en captivité depuis longtemps par rapport à ceux franchement sauvages;

Les affections initiales ou surajoutées (avitaminoses primitives ou secondaires) compliquant l'ostéomalacie et en imposant par leurs manifestations nerveuses alors que la forme pure de cette ostéopathie ignore ces troubles contingents;

Le retentissement d'une ostéopathie sur les productions du tissu conjonctif.

***

L'interprétation des résultats de l'examen physico-chimique du sang chez les Bovins atteints d'ostéomalacie est rendue difficile dans les cas frustes si l'on ignore que, en France au moins, les races de montagne offrent constamment de l'hyperphosphatémie.

Voici des résultats moyens, calculés sur vingt sujets [4] :

| | PHOSPHORE | | | |
|---|---|---|---|---|
| RACES | total | lipoïdique | organique soluble ds les acides | minéral |
| de Durham (m.) | 18,8 | 9,3 | 3,5 | 6,0 |
| d'Ayr (m.) | 19,4 | 11,1 | 3,1 | 5,2 |
| — (f.) | 21,6 | 13,3 | 2,9 | 5,4 |
| hollandaise (m.) | 19,2 | 10,7 | 3,4 | 5,1 |
| — (f.) | 19,3 | 9,9 | 3,7 | 5,7 |
| d'Abondance (m.) | 21,4 | 11,0 | 3,6 | 6,8 |
| — (f.) | 22,9 | 13,1 | 2,8 | 7,0 |
| bretonne (m.) | 18,4 | 7,4 | 6,0 | 5,0 |
| — (f.) | 18,5 | 7,2 | 6,1 | 5,2 |
| béarnaise (m.) | 22,6 | 9,9 | 5,4 | 7,3 |
| — (f.) | 23,8 | 12,2 | 3,7 | 7,9 |
| ferrandaise (m.) | 21,4 | 9,8 | 4,2 | 7,4 |
| — (f.) | 22,7 | 10,4 | 4,5 | 7,8 |
| gasconne (m.) | 17,6 | 8,4 | 4,2 | 5,0 |
| — (f.) | 18,3 | 8,9 | 4,6 | 4,8 |
| de Schwitz fribourgeoise (f.) | 18,9 | 9,3 | 4,1 | 5,5 |
| de Villard-de-Lans (m.) | 24,1 | 10,1 | 3,2 | 8,8 |
| — (f.) | 23,6 | 10,4 | 6,1 | 9,1 |
| de Salers (m.) | 23,2 | 10,7 | 5,4 | 7,1 |
| — (f.) | 21,9 | 9,8 | 6,0 | 6,1 |
| de Montbéliard (m.) | 21,4 | 9,9 | 6,0 | 5,5 |
| — (f.) | 22,8 | 9,9 | 5,4 | 7,5 |
| tarentaise (m.) | 23,1 | 9,2 | 6,1 | 5,8 |
| — (f.) | 24,2 | 10,1 | 7,0 | 7,1 |
| normande (m.) | 17,4 | 8,3 | 2,8 | 6,3 |
| — (f.) | 18,1 | 9,1 | 2,5 | 6,5 |
| mancelle (f.) | 18,2 | 7,3 | 4,1 | 6,8 |

L'examen de ces chiffres révèle :

1. Une valeur en phosphore total constamment plus élevée — à une exception près, chez les femelles;

2. Un pourcentage de phosphore minéral en accroissement non moins constant, chez les mêmes;

3. Une nette augmentation de la phosphatémie chez les races de montagne.

Nous allons essayer de donner une explication de ce dernier fait.

Jouent souvent, mais point toujours, des *facteurs pédologiques*, dans cette phosphatémie normalement élevée des races de montagne. La majorité des alpages sont établis en terrains plus riches en phosphates que ne le sont habituellement la plupart de ceux de plaine. Dans nos observations, les sujets examinés empruntaient leur nourriture à une flore croissant sur des schistes granitoïdes et des calcaires noirs du Lias et du Jurassique moyen (Villard d'Arène, Turriers, Bayons), sur des grès et calcaires dolomitiques du Permien et du Trias (Galibier, Villevieille-en-Queyras), sur des schistes granitisés (La Chapelle-en-Valgaudemar, pentes du Sirac), sur des calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé (Châtillon-en-Diois),

4. Formes sanguines du phosphore dosées par la méthode de combustion sèche décrite par H. H. Green et basée sur le procédé de Denigès. *Journal of Agricultural Science*, vol XVIII, part III, pp. 372-375, 1928.

sur des grès et schistes du Nummulitique et du Flysch (Larche), c'est-à-dire dans plusieurs cas, au Lautaret notamment, sur des sols plutôt acides, très riches en azote malheureusement peu nitrifiable, pauvres en chaux et en potasse, mais riches en phosphore.

Interviennent ensuite des *facteurs climatiques :* chez nous, les précipitations sont toujours plus copieuses en montagne et les eaux météoriques, chargées d'anhydride carbonique, facilitent la solubilisation des phosphates existant en de tels sols, non épuisés par la culture et plus abondants en ion P pour les raisons exposées dans le précédent paragraphe. Rappelons que l'aphosphorose sévit principalement en pâturages pauvres et en année sèche.

Non négligeables enfin sont les *facteurs physiologiques* propres : stabulation en atmosphère confinée réduite au strict minimum et séjour à l'étable exceptionnel, consommation de nourriture fraîche et irradiation solaire favorisant la fixation du calcium, tous éléments sur les effets bienfaisants desquels nous ne saurions trop insister.

***

Les stomatologistes savent que, pour les corps étrangers de l'œsophage, les os de gibier sont davantage opaques aux rayons X que ceux provenant de leurs congénères domestiques. En voyant récemment des projections dans le service de mon maître et ami Gosset, j'avais confirmation d'un fait que connaissent bien les biochimistes qui se sont occupés de la question. Je n'entre pas dans tels détails ici mais alors que le rapport $P^2O^5/CaO$ est de 0,80 pour les os de Lapin domestique, de 0,78 pour ceux de Pigeon, de 0,85 pour les cartilages ossifiés de Truites et de Carpes d'élevage, il n'est que de 0,52 pour les os de Lapin de garenne et de Lièvre, de 0,56 pour les os de Ramier et de Palombe, de 0,71 pour les cartilages ossifiés de Truites de montagne, de Truites de cours d'eau de plaine, de Carpes des mêmes. Il y a d'ailleurs chez ces Poissons, une calcification précoce du fibro-cartilage pendant que la membrane limitante externe s'organise en périoste; l'ossification des arcs supérieurs est complète de bonne heure suivant la calco-imprégnation de la gaine de la corde dorsale et des portions intervertébrales de celle-ci. La densité de telles productions osseuses et ostéoïdes (état sauvage) est plus élevée que celle des premières (état de captivité et de domesticité). J'ai souvenir, sans en posséder de cliché, d'un Lapin ordinaire, pour lequel la radiographie montrait une charpente se différenciant peu des parties molles, qui avait été longtemps soumis à un régime hydrocarboné générateur d'acidose (son et grains exclusivement); les premiers passages devant les rayons avaient accusé la présence de nombreuses plages de calcification imparfaite.

***

Je suis sûr d'avoir été le premier à démontrer que, dans l'ostéomalacie, il y avait lieu de tenir pour indépendantes, négligeables et même pour inexistantes les manifestations nerveuses dans la forme pure de l'affection (cas de l'ostéomalacie gravidique et de celle de la lactation). L'ostéomalacie primitive ou secondaire lorsqu'elle n'est pas en rapport avec une avitaminose $B_1$ ou $B_2$ ne présente aucune lésion des centres nerveux (atrophie des muscles striés, atrophie des fibres musculaires de l'intestin, atrophie du muscle cardiaque, altérations bulbaires, cérébelleuses, encéphaliques), n'offre aucun signe d'atteinte du système nerveux central. Cryptogénétique ou d'origine diététique, reconnaissant soit une carence en sels alcalins ne jugulant pas l'hyperacidité des excreta engendrée par une nourriture riche en protéines, soit une avitaminose A, soit un excès d'alcalins et d'alcalino-terreux dans les régimes végétariens favorisant l'infection des voies urinaires, l'ostéomalacie ne se traduit alors par aucune atteinte du système nerveux central et périphérique. Mais au cours d'avitaminoses B, l'affection est souvent surajoutée, compliquant le type Béribéri ou le type Pellagre; nous l'avons observée bien des fois sur des Singes, *Macacus rhesus*. Dans la myomalacie béribérique laissant prévoir une ostéopathie de carence, l'on trouve constamment de la dégénérescence des tubes de myéline; au cours de la myomalacie pellagrique, les lésions sont davantage encore accentuées, avec modifications histo-anatomiques sévères du côté des centres nerveux. J'y reviendrai bientôt.

***

J'ai dit ailleurs que le rapport P/Ca plumaire était abaissé lors des affections de l'appareil locomoteur (taux du phosphore normal, taux du calcium abaissé); qu'il se maintenait à sa valeur en face d'une désintégration du tissu osseux fondamental, d'une affection articulaire, d'une myoarthropathie, les réserves minérales n'étant mobilisées que dans le cas de rachitisme; qu'il était relevé avec les inflammations chroniques (hépatonéphrites), les tumeurs bénignes et les cancers, les maladies infectieuses (tuberculose, botulisme, psittacose, mycoses à localisations thoraco-pulmonaires). Au cours de l'ostéomalacie, le plumage se maintient brillant, conservant toute leur signi-

fication aux caractères sexuels secondaires (très visible chez des espèces à dimorphisme sexuel marqué, chez *Gallus gallus*, *Pavo cristatus*, Phasianidae). Les crêtes et les ailes sternales ne sont plus rigides, le fémur et les os de la jambe témoignent de laxité, la souplesse de l'articulation scapulaire est exagérée, mais le rapport P/Ca se maintient à une valeur sensiblement normale.

Pour les Mammifères, je n'ai pas davantage relevé de différences de composition, sauf des variations portant sur le cholestérol, pour la plupart des phanères épidermiques. Même dans les formes sévères d'ostéopathies, quelle qu'en soit la pathogénie, les mues périodiques se poursuivent mais j'ai pu observer que si l'on procédait à une épilation localisée, le bourgeon du poil de remplacement n'entrait pas en vigueur dès la chute et que, bien que le follicule pileux ne soit par détruit, le poil n'était remplacé qu'avec lenteur. L'on constate toutefois une raréfaction pigmentaire et beaucoup de vibrisses notamment naissent et se maintiennent albinos. Mais j'ai pu noter [5] que chez des races à laine de Moutons, l'ostéomalacie se traduisait, en n'envisageant que le produit de la tonte, par un déficit pondéral atteignant en moyenne 56,4 %; du point de vue chimique, par une diminution du taux de substance sèche et, dans celle-ci, par un pourcentage constamment moins élevé en protéines et en cendres, légèrement augmenté en ce qui concerne les matières grasses. La déminéralisation de la laine porte exclusivement sur le phosphore. L'élévation de la valeur du rapport CaO/$P^2O^5$ est particulièrement significative. Ajoutons encore que, pratiquement, il y a prédominance accusée de la blousse sur le peigné.

5. La laine du Mouton ostéomalacique, *C. R. Ac. Sc.* t. 205, n° 14, p. 580, 4 octobre 1937.

⁂

Bien des notions exprimées pour la première fois dans ce court mémoire devront être complétées et bien des faits de la pathologie ostéo-articulaire humaine, en ce qui concerne au moins les perturbations fixatrices et les ostéolyses et ostéoclasies hormonales ou non, confrontés avec elles.

(Fondation Salgues, de Brignoles, Var, France, pour le développement des sciences biologiques, avril 1938).

**René Salgues.**

# ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

## DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

### ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

*Séance du 21 Mars 1938.*

3° Sciences naturelles (*suite*). — M. **Henri Bierry** et **Bernard Gouzon** : *Détection spectrale des hormones oestrogènes dans l'urine de la femme enceinte.* La méthode des spectres de fluorescence proposée permet de caractériser avec certitude les hormones oestrogènes et les distinguer du cholestérol et des corps apparentés. — Mme **Véra Dantchakoff** : *Rôle des hormones dans la manifestation des instincts sexuels.* Sous l'influence de la testostérone, introduite pendant la vie embryonnaire, des ébauches du complexus entier d'organes mâles (à l'exception de la gonade), ont été édifiées chez une femelle génotypique de cobaye, non castrée ; ces ébauches ont été maintenues différenciées et amenées à acquérir un état très parfait. Elles forment un complexus d'organes associés corrélativement dans leur structure et leurs fonctions. Or l'état des gonades, chez ces individus, ne révèle aucun signe d'inversion dans la direction mâle. Par conséquent le syndrome de manifestations mâles observés (excitation sexuelle en présence d'une femelle en oestrus, poursuite et même accouplement) ne peut être que fonction d'effets de l'hormone mâle introduite. — M. **Lucien Daniel** : *Sur un cas indiscutable d'hérédité de caractères acquis.* En 1894 l'auteur a greffé un Topinambour sur un soleil annuel. En 1921 des graines apparurent sur le Topinambour (infertile en France depuis 400 ans) et des racines tuberculeuses apparurent sur le soleil hypobiote. En réalité ces racines appartenaient au Topinambour, avaient pénétré dans l'hypobiote et étaient ensuite sorties dans le sol. Ces racines tuberculeuses chez le topinambour sont un phénomène consécutif à la greffe et complètement nouveau. Au cours des générations successives issues des graines est apparue la variété *Hélianthus tuberosus Costantini*, qui a hérité des racines tuberculeuses et de diverses autres particularités de l'ancêtre greffé. — MM. **Maurice Lemoigne**, **Pierre Monguillon** et **Robert Desveaux** : *Réduction de l'acide nitreux par la cystéine et le glutathion.* Comme l'acide ascorbique, la cystéine et le glutathion réduisent l'acide nitreux. Il y a ici formation d'hydroxylamine et d'ammoniaque. Cette réaction se fait dans des conditions de concentration, de *p*H et de température qui lui donnent un intérêt biologique. — M. **Emile Rousseau** : *Mélanine fixée sur les complexes protéidiques non dialysables du sang et de l'urine de malades cancéreux.* Un pigment mélanique est fixé sur les complexes protéidiques du sang ou de l'urine de malades cancéreux, et, d'autre part, l'importance du floculat noir obtenu avec complexes hématiques ou urinaires

est en rapport direct avec l'état évolutif de la néophasie. Cette mélanine ne paraît pas jouer un rôle causal dans le cancer ; c'est un témoin. — MM. **A. Sartory, J. Meyer** et **J. Waeldelé** : *Contribution à l'étude d'une violacéine obtenue à l'état cristallisé et provenant d'un bacille violet isolé du pus d'un abcès dentaire.* — MM. **Constantin Levaditi, Jules Bridré** et Mlle **Denise Khassnoff** : *Dimensions approximatives du virus de la clavelée, déterminées par l'ultrafiltration.* D'après les résultats obtenus avec la souche de claveau la plus virulente, la taille approximative du virus serait entre 170 et 260 m$\mu$, pour la souche la moins virulente la taille est plus considérable (entre 250 et 380 m$\mu$). Les résultats de l'ultrafiltration semblent donc bien être en rapport avec l'activité pathogène initiale du virus. La taille de l'ultragerme de la clavelée serait un peu supérieure à celle du virus vaccinal. MM. **Marcel Lisbonne, Georges Roman** et **Gérard Renoux** : *Vaccination du cobaye contre l'infection brucellique.* (Brucelle melitensis). Les auteurs ont réalisé l'immunisation vraie du cobaye au moyen d'un vaccin qui associe une souche microbienne tout à fait particulière, strictement avirulente non seulement pour le cobaye mais aussi pour l'homme, et les substances glucino-lipidiques extraites de *Br. melitensis*, suivant la technique de Boivin. Les animaux ainsi vaccinés ont résisté à une inoculation assez sévère pour n'épargner aucun témoin. Chez les cobayes vaccinés, il a été impossible de déceler l'existence d'une lésion, si minime soit-elle. — M. **Max Aron** : *Recherches sérologiques sur l'existence de propriétés spécifiques de l'urine et du sang des tuberculeux.* L'auteur a démontré l'existence de propriétés spécifiques de l'urine et du sang des tuberculeux, que l'on peut interpréter, comme dans le cas du cancer, par l'élimination d'un principe X par le rein, et peut-être par la présence d'anticorps dans le sang. — MM. **Ivan Bertrand** et **Raoul Lecoq** : *Altérations anatomiques des nerfs périphériques au cours du déséquilibre alimentaire aigu d'origine glucidique.* Le déséquilibre alimentaire glucidique aigu entraîne chez le pigeon l'apparition de lésions des nerfs périphériques. Ces lésions portent avant tout sur le cylindraxe, qui, suivant la gravité et la durée du déséquilibre, présente un état moniliforme, une imprégnation irrégulière, une surface verruqueuse et, plus tardivement, une rupture suivie de fragmentation. La dégénérescence cylindraxile contraste avec la discrétion de l'atteinte myélinique quel que soit le stade envisagé. La dissociation axomyélinique des altérations nerveuses, dans ce déséquilibre, s'oppose au parallélisme habituel d'atteinte du cylindraxe et de la myéline, observé au cours de l'avitaminose B.

*Séance du 28 Mars 1938.*

M. **P. Fourmarier** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Ville** : *Sur un jeu continu.* — M. **A. Dvoretzky** : *Les abscisses d'holomorphie et de méromorphie des fonctions analytiques représentées par des séries de Dirichlet.* — M. **J. Legras** : *Sur une équation intégrale à partie principale.* — M. **H. Delange** : *Sur le domaine de convergence absolue des séries multiples de puissances.* — M. **V.-A. Kostitzin** : *Sur les points singuliers des équations différentielles du problème de la sélection naturelle.* — M. **Chi-Tai Chuang** : *Sur le comportement d'une fonction holomorphe dans un cercle.* — M. **M. Kiveliovitch** : *Les équations hydrodynamiques et les statistiques quantiques.* — Mlle **E. Couillaud** : *Au sujet des essais physiques des ciments.* L'auteur a reconnu l'influence prépondérante du facteur personnel de l'opérateur dans ces essais et la nécessité d'une fabrication entièrement mécanique des éprouvettes. — M. **P. Dive** : *Analyticité du carré de la vitesse angulaire d'un astre fluide.*

2° Sciences physiques. — M. **Ch.-Eug. Guye** : *Relativité, résonance et diffusion moléculaire.* L'auteur montre que, si l'on parvenait à illuminer par résonance un faisceau d'ions positifs en mouvement rapide, on pourrait, par les conditions mêmes dans lesquelles se produirait la résonance, vérifier le principe de relativité. — M. **S. Antunez de Mayolo** : *Le principe de la vitesse critique dans la matérialisation du photon.* — M. **G. Petiau** : *Sur une forme des solutions des équations de Dirac et des équations du photon.* — M. **R. Anthouard** : *Sur quelques caractères des étincelles soufflées ; leur interprétation.* Etude des phénomènes qui se produisent lorsque la vitesse de soufflage de l'air atteint et dépasse la vitesse du son. — M. **J. Guastalla** : *Une nouvelle technique pour la mesure des pressions superficielles très faibles.* — M. **P. Vernotte** : *Détermination pratique de la conductibilité thermique des métaux en valeur relative.* — MM. **J. Savard** et **M. de Hemptinne** : *Sur les potentiels critiques simples de l'oxyde de carbone.* Ces potentiels ont été déduits des valeurs des énergies d'activation des différents états, déterminées expérimentalement par bombardement électronique : les résultats sont en contradiction avec la conception quantique classique du principe de Franck et Condon. — M. **R. Guillien** : *Sur la constante diélectrique du sulfure de carbone à basse température.* — M. **B. Pontecorvo** : *Sur la diffusion de neutrons monocinétiques par les protons.* — MM. **R. Audubert** et **J. Mattler** : *Influence des vapeurs sur la courbe de sensibilité spectrale des compteurs photoélectriques.* — MM. **P. Lambert** et **J. Lecomte** : *Application des spectres d'absorption infrarouges à la détermination de la position de la liaison éthylénique dans une chaîne carbonée aliphatique.* On peut obtenir des renseignements précis sur la position de la liaison éthylénique par l'étude de la région comprise entre 850 et 1000 cm$^{-1}$. — M. **Fr. Gans** : *Répartition spectrale de la lumière blanche obtenue par excitation électrique du xénon.* De 0,4 à 0,57 $\mu$ la répartition de l'énergie du fond continu est à très peu près la même que celle du corps noir à 3800°. La lumière devient plus bleue quand la puissance dépensée par unité de longueur de la colonne positive croît. — M. **J. Farineau** : *Sur le spectre L du fer.* — M. **M. Frilley** : *Spectrographie par diffraction des rayons $\gamma$ de l'Ac et de ses dérivés.* — M. **A. Moussa** et Mlle **H. Laurent** : *Sur les périodes de désintégration des radioargents.* La valeur pour $^{108}$Ag est T = 150 ± 2 sec., et pour $^{110}$Ag de 24 ± 2 sec. — M. **Y. Deux** : *Transposition semihydrobenzoïnique par déshydratation du phénylméthylvinylglycol et par isomérisation*

*de l'époxyde correspondant.* — M. **M. Tuot** : *Sur les réactions secondaires observées au cours de la condensation organomagnésienne des cétones, en série aliphatique.* — M. **F. Salmon-Legagneur** : *Sur un nouvel isomère de structure de l'acide campholique : l'acide β-campholique.* Obtenu en traitant par KOH fondue à 200°-300° la semicarbazone de l'éther éthylique de l'acide β-aldéhyde-camphorique. F. 65°-66°,5. — MM. **J. Décombe** et **Cl. Duval** : *Sur la formule double des composés organo-magnésiens.* Les auteurs ont préparé la combinaison [Zn $R^2 X^2$ $(CH^2CO^2C^2H^5)^2$] Mg, qui se comporte comme un composé organozincique. — MM. **M. Métra, L. Lesage** et **F. Descatoire** : *Recherche de faibles quantités d'iso-propanol dans les alcools.* Méthode basée sur l'oxydation de l'isopropanol par l'eau de brome saturée et sur la caractérisation de l'acétone formée au moyen d'une réaction colorée spécifique. — M. **R. Paul** : *Influence de la nature du cycle sur les propriétés physiques de quelques époxydes isomères 1.4 et 1.5.* — M. **P. Gaubert** : *Rôle des matières étrangères dans la structure des liquides cristallins.*

Sciences naturelles. — M. **Jacques Flandrin** : *Les relations des dépôts à facies médjano-numidien et de l'Oligocène à Lépidocyclines dans les chaînes littorales et telliennes du département d'Alger et des régions limitrophes.* Les sédiments medjanonumidiens du département d'Alger et vraisemblablement ceux de l'Algérie tout entière, représentent un facies de l'Oligocène dont l'âge ne diffère pas de celui des couches à Lépidocyclines découvertes dès 1913 par Dalloni. La notion d'un cycle sédimentaire unique, ayant débuté par places au Priabonien et s'étant poursuivi pendant tout l'Oligocène sous des facies différents doit remplacer les hypothèses classiques d'une émersion générale de l'Algérie après le dépôt du Numidien et d'une transgression stampienne localisée au petit golfe de Dellys-Palestro et au long chenal oranais. — M. **Jean Cuvillier** : *Présence de Miogypsines dans le Miocène d'Egypte.* — M. **André Mirimanoff** : *Acide ascorbique et pigments caroténoïdes. Signification de la réaction de Molisch et essai de localisation de l'acide ascorbique.* Les caroténoïdes, pas plus que la chlorophylle, n'ont de lien direct avec la vitamine C. Celle-ci, très probablement localisée dans la vacuole, est plus abondante dans certains organes, et dans des régions bien déterminées de ces organes. Sa teneur subit des variations qui sont fonction d'un métabolisme qui nous échappe encore. — M. **Joseph Lefèvre** : *Troubles de polarité provoqués sur des boutures par diverses substances.* Des boutures de *Rosa indica* ont été traitées par des solutions aqueuses d'acide phénylacétique et l'indol-β acétique, et des boutures de *Salix viminalis* par les mêmes solutions et en plus par l'indolbutyrique, le naphtalène-acétique et le suc d'un pseudobulbe d'Orchidée. On observe dans tous ces cas un renversement marqué de la polarité radiculaire, la polarité gemmaire est moins régulièrement et moins nettement troublée. — MM. **Victor Vincent, Jean Herviaux** et **Yves Coic** : *Chaulage des sols acides par les calcaires naturels et la chaux agricole.* — M. **Georges Deloffre** : *Influence de quelques acides organiques sur le métabolisme nucléaire et sur l'amylogénèse chez le Lupin.* Chez le Lupin : les acides malique, succinique, citrique, susceptibles de déterminer une régénération nucléaire notable et une amylogénèse abondante sont assimilables. L'acide tartrique, susceptible de déterminer la régénération nucléaire, mais incapable de produire l'amylogénèse est également assimilable. Les acides oxalique et lactique, qui ne permettent ni régénération nucléaire, ni ralentissement des processus de décroissance nucléaire par inanition, ni amylogénèse, ne semblent pas assimilables. — M. **Maurice Piettre** : *Traitement mécanique du sang défibriné ou rendu incoagulable.* La condition esssentielle de la technique consiste à traiter sang ou plasma séparément pour chaque animal et immédiatement après la saignée, c'est-à-dire pendant que les hématies possèdent leur pleine résistance. La technique décrite paraît susceptible d'applications intéressantes au traitement du sérum normal, des sérums et plasma thérapeutiques. Elle permettra de reprendre avec plus de rigueur l'étude du stroma globulaire et du pigment sanguin. — Mme **Andrée Drilhon** : *Pouvoir alexique des sérums de téléostéens.* L'étude du pouvoir alexique (P. A.) chez les téléostéens constitue un nouveau caractère de spécificité des poissons sténohalins et euryhalins. Alors que ce pouvoir alexique augmente chez la carpe adaptée à l'eau salée, il diminue considérablement chez l'anguille dans l'eau de mer. D'autre part les valeurs du P. A., particulièrement basses si on les compare à celles de mammifères, laissent supposer l'existence d'une alexine spécifique. — Mme **Yvonne Jérome-Lévy** : *Les cultures de végétaux inférieurs tels que* Aspergillus niger, Aspergillus repens *et* Penicillium glaucum *en présence de charbon.* En présence de 1 % de charbon activé, on observe une accélération assez notable du développement du mycélium d'*Aspergillus niger*, en même temps qu'un changement d'aspect. Avec *Aspergillus repens*, on observe un léger gain de rendement, et, avec *Penicillium glaucum*, on n'obtient pas d'accroissement de poids. — Mme **Paulette Chaix** : *Influence de la cystine traitée sur l'effet Pasteur chez* Propionibacterium pentosaceum *lavé.* La vitesse de la fermentation anaérobie par les bactéries lavées est fortement accrue par l'addition de cystine traitée (accroissement de 58 % environ). La fermentation aérobie par les bactéries lavées est augmentée de 140 % par la cystine traitée, sans que leur respiration diminue : celle-ci s'accroît même légèrement. Ces résultats confirment que l'effet Pasteur dépend en grande partie de l'oxydation du système fermentaire. — M. **Jean Lavollay** et Mme **Françoise Laborey** : *Sur les circonstances d'apparition de pigments jaunes dans le liquide de culture d'*Aspergillus niger. La carence magnésienne entraîne la production de pigments flaviniques en proportion susceptible d'être modifiée en plus ou en moins par des agents agissant sur la croissance. On peut sans doute rattacher cette carence à l'action des facteurs qui, réduisant le métabolisme de croissance obligent l'organisme à se conduire en ferment. — MM. **André Donatien** et **Fernand Lestoquard** : *Sur l'évolution de l'agent de la conjonctivite rickettsienne des ruminants.* L'évolution de *Rickettsia conjunctivae*, localisée dans les cellules épithéliales, à l'exclusion des cellules des follicules néoformés, est identique à celle

des inclusions du trachome humain. Les grains rouges de la conjonctivite des ruminants correspondent exactement aux corps initiaux, et les éléments terminaux aux corps élémentaires des auteurs qui ont décrit le trachome. Il y a analogie morphologique et biologique complète entre *R. conjunctivae* et la *Rickettsia* du trachome. — MM. **Michel Macheboeuf, Joseph Dieryck** et Mme **Blanche Dieryck** : *Etude comparative de la réaction phagocytaire des cobayes à l'injection intrapéritonéale de bacilles tuberculeux morts et de bacilles partiellement délipidés (chimio-vaccin)*. La vaccination par voie endoveineuse des lapins par le chimio-vaccin, confère aux animaux une résistance très manifeste et de très longue durée à l'infection tuberculeuse. Les substances qui, lorsque l'on injecte des bacilles tuberculeux, provoquent l'afflux leucocytaire sont indépendantes des substances responsables de l'altération des cellules phagocytaires. La technique proposée par les auteurs, pour préparer le chimiovaccin enlève effectivement aux bacilles des substances phagocytotoxiques. — M. **Daniel Florentin** : *La flore colibacillaire des fromages et les intoxications alimentaires*. Les fromages consommés en France contiennent assez souvent du bacille coli, parfois même en quantité assez grande pour provoquer des intoxications alimentaires sans gravité. Les fromages cuits ou demi-cuits n'en contiennent pas ou très peu. On n'en trouve guère non plus dans les fromages fermentés où l'action des moisissures est prépondérante ; par contre, les fromages qui sont afinés grâce à l'action du tyrothrix et d'autres microbes anaérobies, contiennent de nombreux coli. On pourrait beaucoup améliorer la qualité bactériologique de ces fromages en utilisant du lait convenablement stérilisé et en ensemençant avec des cultures sélectionnées, ne contenant pas ou peu de coli. — MM. **Spiro Livierato, Marino Vagliano** et **Nearchos Kokaraki** : *Sur deux nouveaux antigènes pour la séroréaction du paludisme d'après la méthode de Henry*. La fibre musculaire (muscle du mouton ou cœur de bœuf) ou la fibrine du sang peuvent servir, aussi avantageusement d'antigène que l'œil de bœuf ou la mélanine de la seiche, pour la réaction de sérofloculation du paludisme.

*Séance du 4 Avril 1938.*

1° Sciences mathématiques. — MM. **Cl. Chabauty** et **Ch. Pisot** : *Un algorithme pour l'approximation simultanée de deux nombres réels*. — M. **M. Haimovici** : *Sur la géométrie d'une intégrale*. — M. **A. Denjoy** : *Sur les singularités des fonctions analytiques des fonctions définies par un élément*. — M. **A. Rauch** : *Sur les fonctions entières de la classe de divergence de l'ordre positif p*. — M. **Ch. Blanc** : *Une décomposition du problème du type des surfaces de Riemann*. — M. **H. Milloux** : *Sur les fonctions holomorphes et leurs dérivées dans le cercle unité*. — MM. **A. Foch, A. Fortier** et **J. Fivet** : *Sur la correction à l'entrée d'un tube cylindrique parcouru par un courant gazeux en régime laminaire*. — M. **J. Volkovisky** : *Transport des ions dans le fluide animé d'une vitesse supersonique*. Un transport des ions a lieu d'amont en aval de la tuyère et donne naissance à un courant. On peut utiliser ce phénomène à la mesure des grandes vitesses en aérodynamique. — M. **D. D. Kosambi** : *Les métriques homogènes dans les espaces cosmogoniques*. — M. **H. Grouiller** : *Détermination des courbes de noircissement en photométrie photographique astronomique*. — M. **P. Lacroute** : *Les variations dans le spectre de P. Cygni*. — M. **G. Durand** : *L'orbite de l'étoile double visuelle OΣ77 et la relation masse-luminosité*. Dans ce cas, la relation masse-luminosité écarte l'orbite du 2ᵉ type.

2° Sciences physiques. — M. **J.-L. Destouches** : *Remarques sur l'électron lourd*. — M. **G. Fournier** : *Sur la structure géométrique de l'espace et les atmosphères électroniques*. — MM. **M. Geloso** et **P. Deschamps** : *Recherches sur le mécanisme du dépôt électrolytique du cuivre en présence de sels de fer*. — Mme **H. Emmanuel-Zavizziano** et M. **M. Haïssinsky** : *Sur l'électrolyse de solutions de protactinium*. Par électrolyse, en présence de $FNH^4$ avec un *p*H déterminé, les auteurs sont parvenus à enrichir notablement des dépôts de titane en protactinium. — Mlle **L. Chaumeton** : *Etude magnétique de la déshydratation de l'hydroxyde cuivrique cristallisé*. Tous les oxydes provenant de la déshydratation lente à 110° doivent être considérés comme des mélanges de $Cu(OH)^2$ et de CuO. — M. **P. Rouard** : *Sur quelques propriétés optiques des lames très minces de platine*. — Mlle **M.-L. Delwaulle**, MM. **F. François** et **J. Wiemann** : *Application de l'effet Raman à l'étude des complexes existant dans les solutions contenant du bromure mercurique et un bromure alcalin*. Les résultats obtenus montrent que dans $HgBr^2$ aussi bien que dans les sels complexes il y a des liaisons absolument analogues aux covalences. — M. **B. Goldschmidt** : *Sur la précipitation mixte des sulfates de baryum et de strontium*. — M. **J. Amiel** : *Sur le paramagnétisme des cupritétrachlorures et des cupritrichlorures organiques*. — MM. **G. Emschwiller** et **G. Charlot** : *Sur la solubilité du carbonate de calcium dans les solutions de sels ammoniacaux*. Pour un *p*H déterminé, la solubilité est toujours plus forte dans ces solutions que dans l'eau pure ; cela provient pour une part prépondérante des phénomènes d'hydrolyse, et ensuite à des actions de sels. — M. **A. Borocco** : *Tension de dissociation des hydrures et deutériures de rubidium et de cæsium*. Les tensions des deutériures sont plus grandes que celles des hydrures correspondants. — M. **G. Cogné** : *Sur le peroxyde de zinc*. L'auteur a obtenu un corps $ZnO^2 . 0,5H^2O$ en faisant agir $H^2O^2$ à concentration élevée sur ZnO hydraté. — MM. **R. Delaby** et **J. Hubert** : *Sur l'indice de brome des nitriles éthyléniques*. — M. **Urbanski** : *Sur la nitration du phénylnitrométhane*. — M. **M. Tuot** : *Sur les réactions secondaires observées au cours de la condensation organomagnésienne des éthers-sels en série aliphatique*. — M. **A. Guillemonat** : *Oxydation par l'anhydride sélénieux de quelques cyclohexènes substitués*.

3° Sciences naturelles. — M. **Gilbert Mathieu** : *Les déformations récentes du sol dans le NW de la Vendée et la raison d'exister de l'île d'Yeu*. L'île d'Yeu, se trouve à un nœud du système des plissements tertiaires : au croisement d'un anticlinal sud-armoricain et d'une ondulation transversale marquée par les roches du Pont d'Yeu. La preuve est faite que, dans le Nord de la Vendée, les

marais et les îles s'expliquent par une tectonique très récente ; cette loi se vérifie dans les détails de la côte, puisque les marais qui s'étendent au nord des Sables d'Olonne correspondent, au point de vue tectonique, à un paquet d'infralias effondré. — M. **Gérard Waterlot** : *Sur la structure et l'origine du Marais poitevin*. Lors de la transgression flandrienne, le Marais poitevin s'est installé dans le synclinorium affaissé de Luçon et a occupé une dépression due à l'érosion des marnes et calcaires marneux calloviens et oxfordiens, plus tendres que la ceinture actuelle du Marais, constituée par des calcaires durs bathoniens, rauraciens ou séquaniens. Ce Marais doit donc son origine d'abord à une cause tectonique, ensuite à une dépression due à la nature des couches géologiques qui ont imposé au Marais leur propre direction Ouest-Est. — M. **Jacques Flandrin** : *Les grands traits structuraux de la chaîne du Djurdjura (Algérie)*. — M. **Gérard Gazet du Chatelier** : *Sur la structure de l'androcée des Sterculiacées*. L'androcée des Sterculiacées, suivant l'interprétation classique, est formée de deux cycles d'étamines obdiplostémones, l'un n'étant pas toujours développé. Or, en réalité, cette obdiplostémonie n'est pas une obdiplostémonie vraie car l'insertion primitive des étamines a lieu suivant un ordre diplostémone rigoureux. Il y a donc ici une obdiplostémonie manifestement dérivée d'une diplostémonie originelle ; l'androcée a une structure *pseudo-obdiplostémone*. — MM. **William Henri Schopfer** et **Samuel Blumer** : *Les facteurs de croissance des espèces du genre* Ustilago. Sur 10 espèces d'*Ustilago* étudiées ; 1° Sept espèces sont auxoautotrophes et se développent parfaitement bien sans facteur de croissance ; 2° Une espèce est auxo-autotrophe, mais tout de même très faiblement stimulée par l'aneurine ou par le constituant pyrimidique seul ; 3° Une espèce est auxo-hétérotrophe, et requiert l'aneurine ; celle-ci n'est qu'imparfaitement remplacée par ses deux constituants ; 4° Enfin une espèce est complètement auxo-hétérotrophe, seule l'aneurine permet d'obtenir un développement appréciable, elle ne peut pas être remplacée par la pyrimidine et le thiazol. — M. **Constantin Dawydoff** : *Deux Coeloplanides remarquables des eaux indochinoises*. — MM. **Antoine Jullien** et **Daniel Vincent** : *Les esters de la choline dans quelques organes des Mollusques*. Chez les Mollusques on observe des variations de la teneur du cœur en esters de la choline selon la classe : pauvreté chez les Lamellibranches, les Céphalopodes et les Gastéropodes Opisthobranches ; taux déjà plus élevé chez les Pulmonés et enfin richesse toute particulière de certaines espèces de Prosobranches (*Murex*). On trouve chez ces derniers, dans la glande à pourpre, une teneur exceptionnellement élevée en esters de la choline ; leurs fonctions ne semblent pas se limiter au seul rôle de médiateur chimique. — MM. **Paul Meunier** et **Yves Raoul** : *Vitamines A et caroténoïdes. Etude cinétique de la réaction de Carr et Price*. L'affaiblissement rapide de la réaction de Carr et Price est, en présence d'anhydrique acétique, caractéristique de la vitamine $A_1$, si le milieu est privé d'acides gras non saturés. L'étude cinétique, jointe à l'inversion des valeurs d'absorption avec les écrans rouge et jaune, permet de distinguer facilement la vitamine $A_2$ de la vitamine $A_1$. — M. **Maurice Doladilhe** : *Propriétés anaphylactiques de l'hémolysine*. Quand on inocule à un cobaye du sérum hémolytique anti-mouton, on produit dans son organisme une double sensibilisation aux protéines sériques et à l'hémolysine, et, en même temps on rend son sérum passivement hémolytique. Les deux sensibilisations se manifestent différemment.

*Séance du 11 avril 1938.*

SCIENCES NATURELLES. — MM. **Conrad Kilian** et **Xavier Langlois** : *Sur la découverte d'un oursin d'âge crétacé (moyen ou supérieur) dans l'Enneri Chelemma aux confins Touareg-Tebou septentrionaux du Sahara français*. Cet oursin est un *Hemiaster Fourneli* que l'on rencontre dans le Cénomanien, le Turonien et le Sénonien, le plus souvent dans le Turonien. Il apporte la preuve que le Crétacé existe bien dans le Chelemma ; en même temps l'hypothèse de la rigidité du Bouclier saharien postérieure aux mouvements hercyniens semble s'affirmer un peu plus, tout au moins pour le Sahara centre oriental. — M. **André Eichhorn** : *Etude caryologique de quelques* Phaseolus. — M. **Jacques Roi** : *Sur quelques colonies d'espèces eurasiatiques reliques à l'étage de* Quercus ilex *L. (région méditerranéenne occidentale)*. Si les espèces eurasiatiques, allogènes à l'étage de *Quercus ilex*. se maintiennent dans la plaine méditerranéenne malgré le climat régional, il faut en attribuer la cause aux conditions microclimatiques et édaphiques ; elles seules permettent à ces *relictes* de subsister. — MM. **Philippe L'Héritier** et **Georges Teissier** : *Un mécanisme héréditaire aberrant chez la Drosophile*. Une certaine lignée de Drosophiles présente vis-à-vis du $CO^2$ une sensibilité tout à fait particulière. Ce caractère physiologique, aussi net que les caractères morphologiques les plus visibles, la distingue de toutes les autres souches. Les caractères *sensibilité* et *résistance* se comportent dans les croisements comme des allélomorphes mendéliens, le premier étant dominant sur le second. Mais il est possible, par des croisements appropriés, de transmettre la sensibilité d'une grand-mère à ses petits enfants indépendamment des chromosomes et l'on peut même constituer une lignée qui, bien que n'ayant aucun chromosome de la souche sensible, en conserve la singularité physiologique. Les résultats de ces expériences ne peuvent être interprétés par aucun mécanisme mendélien ; il ne s'agit pas davantage d'une hérédité maternelle cytoplasmique. — MM. **Paul Ancel** et **Paul Wintenberger** : *Sur le déterminisme de la symétrie bilatérale dans l'œuf des Vertébrés*. La symétrie bilatérale n'est fixée que tardivement dans l'œuf fécondé ou artificiellement activé, alors que se réalise le dernier phénomène de l'activation, la rotation de fécondation. Celle-ci s'exécute dans le même plan, vertical que la rotation d'orientation, mais en sens inverse, ce plan vertical est le plan de symétrie bilatérale du futur embryon. — MM. **Albert Peyron**, **André Bonnard** et **Bernard Lafay** : *Sur l'origine gémellaire ou parasitaire des tumeurs à tissus multiples de la région sacrococcygienne*. Les dispositions des deux tumeurs congénitales faisant l'objet de cette

note confirment que le blastoderme tératologique, avant de présenter la prolifération néoplasique irrégulière, avait subi, dans le premier cas, l'action organisatrice d'une ébauche axiale et, dans le second, une ségrégation germinale régulière, avec la série des phénomènes consécutifs (migration des gonoblastes, formation de l'éminence sexuelle au niveau du mésothélium coelomique, développement des connexions urogénitales et du rein définitif) et, d'autre part, l'ensemble des processus organogéniques généraux ou locaux qui se traduisent par la mise en place des ébauches sympathiques et la différenciation complète de leurs segments lombaires. — M. **François Artigas** : *Emission d'un rayonnement ionisant par la matière sèche des végétaux.* Les deux essais faits, l'un avec l'électromètre de Pohl, l'autre avec un tube compteur à paroi mince, sont tout à fait probants quant à l'existence du rayonnement ionisant produit par la matière sèche du tabac, l'activité étant très nettement proportionnelle à la surface d'irradiation. — M. **Paulo de Berredo Carneiro** : *Les principes actifs du curare.* L'action curarisante est liée à deux alcaloïdes distincts. Ces deux bases, que l'auteur a dénommées *Strychnoléthaline* ($C^{22} H^{24} O^4 N$) *Curaléthaline* ($C^{25} H^{36} O^? N$), se retrouvent en proportions variables dans les échantillons de curare examinés et dans l'écorce de *Strychnos lethalis*. D'après leur composition elles diffèrent sensiblement des alcaloïdes de même action physiologique déjà signalés. M. **Jean Chevé** : *Propriétés d'une endotoxine méningococcique obtenue par la méthode de A. Boivin.* La méthode de précipitation à l'acide trichloracétique de Boivin permet d'isoler des méningocoques une endotoxine spécifique non seulement pour le méningocoque (spécificité d'espèce) mais encore pour chaque variété A, B, ou C de méningocoque (spécificité de type). Cette endotoxine possède *in vivo* des propriétés antigéniques. Seules les souches récemment isolées de l'organisme ont donné un extrait toxique.

*Séance du 20 Avril.*

M. **Hélios Scaetta** : *La notion de cycle dans l'évolution du sol tropical d'après des recherches en Afrique centrale et en Afrique occidentale.* — Mme **Rita Dubertret**, MM. **Louis Doncieux** et **Louis Dubertret** : *Sur le Nummulitique du Koseir, au Sud d'Antioche (Syrie).* On peut penser que si le complexe Lutétien supérieur-Oligocène n'accompagne pas le Lutétien inférieur dans les pays montagneux dominant le Koseir à l'Ouest et au Nord c'est qu'il en a été érodé. L'érosion débute dès la fin de l'Oligocène. — M. **Vladimir Frolow** : *La composante annuelle des pluies au Maroc.* La pluie au Maroc vient principalement de l'Océan ; mais les hauts plateaux déterminent cependant une zone secondaire d'avance de phase. Il en résulte que le régime de la composante annuelle des pluies dépend de l'Océan dans la partie Ouest des plaines sublittorales, et des hauts plateaux dans leur partie Est. D'une manière générale, le Maroc montre que la propagation de la composante annuelle de la pluie est déterminée par la topographie de ce pays. — M. **Lucien Daniel** : *Maturation brusquée ou retardée chez le Haricot.* Etude de la descendance d'une hybride fortuit de Flageolet nain, Princesse à rames, descendance qui ne se conforme pas au schéma mendélien mais confirme la variation désordonnée de Naudin. Parmi les nombreuses formes nouvelles ainsi produites une s'était maintenue avec tous caractères très particuliers en $F_1$, $F_2$, $F_3$ et on pouvait la croire fixée. Mais en 1937, conditions météréologiques ont provoqué des maturations très inégales, brusquées ou retardées, parmi les individus de $F_4$. On a alors observé une variation extraordinaire dans les graines, surtout chez les exemplaires à maturation retardée, (couleur, forme, nombre, etc.). Les lignées pures de Haricot peuvent donc varier de façon désordonnée.

*Séance du 25 Avril.*

3° Sciences naturelles. — M. **Lucien Cayeux** : *Migration d'acide phosphorique, consécutive de la décalcification des craies phosphatées* à Belemnitella quadrata *du Nord de la France.* Il ressort de l'analyse des craies phosphatées à Belemnitelles, et des sables qui en procèdent par décalcification, que la genèse de ces sables est l'œuvre de deux phénomènes foncièrement différents, l'un physique et l'autre chimique ; 1° une décalcification incomplète entraînant un grand enrichissement du produit ; 2° une phosphatisation des parties calcaires qui auraient échappé à la dissolution. Par voie de conséquence, la genèse des sables phosphatés, comporune remise en solution de l'acide phosphorique, dans une mesure des plus appréciables. — MM. **Henri Lagatu** et **Louis Maume** : *Mesures de biochimie agricole sur des rameaux de la Vigne.* — **André Eichhorn** : *Numération chromosomique et évolution nucléaire chez deux* Tetrastigma *(Ampélidacées).* Chez les deux *Tetrastigma* étudiés, *T. Voieriana* et *T. rumiscispermum*, le nombre chromosomes dans les tissus somatiques est de 52. Or pour les différentes espèces de *Vitis*, le nombre diploïde de chromosomes rencontré jusqu'ici est de 38. Il semble donc tout à fait indiqué de considérer les espèces étudiées ici comme devant être rapportées au genre *Tetrastigma* et non au genre *Vitis*. — MM. **André Kling, Nicolas Samssonow** et Mme **Marguerite Héros** : *Cancers primitifs du poumon provoqués chez la souris par les huiles légères du goudron de houille.* Les expériences des auteurs montrent que contrairement à l'opinion généralement admise, d'après laquelle les fonctions du goudron distillant à température élevée (au-dessus de 300°) seraient seules douées d'un pouvoir cancérigène, les huiles légères de goudron de houille peuvent être considérées comme représentant un facteur étiologique du cancer pulmonaire. Les manipulations dont les huiles sont l'objet, bien que ne faisant pas apparaître de lésions des téguments, peuvent donc néanmoins constituer une source de réels dangers dont les effets ne se manifestent qu'après des délais très longs quand les doses d'agent cancérigène ayant agi successivement ont été très faibles.

*Séance du 2 Mai 1938.*

1° Sciences mathématiques. — **V.-A. Kostitzin** : Sur les équations différentielles du problème de la sélection naturelle dans le cas de mutation d'un chromosome

sexuel. — **F. Roger** : Sur l'indétermination des fonctions analytiques en leurs points singuliers. — **H. Pailloux** : Étude dynamique d'un problème de cinématique. — **Max Teissié-Solier** et **L. Castagnetto** : Sur la détermination du critérium des tourbillons alternés et les oscillations de relaxation.

2° Sciences physiques. — **J.-L. Destouches** : Notion de corpuscule. Application aux électrons lourds. — **E. Baumgardt** : Sur la transparence aux ultra-sons des plaques solides. — **P. Vernotte** : Propriétés de la solution de Fourier dans les systèmes complexes ; application au partage d'un flux entre corps au contact. — **H. Bizette** et **B. Tsaï** : Susceptibilité magnétique de NO liquéfié. — **Th. Kahan** : La barrière de potentiel en mécanique nucléaire et les dimensions nucléaires des corps radioactifs lourds. — **M. Brutzcus** : Calcul *à priori* des puissances calorifiques des hydrocarbures. — **A. Andant** : Photographie automatique des spectres Raman de mélanges liquides ; applic. à des déterminations quantitatives. — **H. Cassan** : Sur la réaction de formation du gaz de gazogène en dehors des conditions d'équilibre. — Mme **J. Gavoret** : Point isoélectrique de la cellulose. Adsorption et gonflement. — **H. Guérin** : Etude du système $As^2O^5$ — BaO — $H^2O$ à 17°. Nouvel arséniate de baryum 2 $As^2O^5$.BaO.3$H^2O$. — **M. Girard** : Semicarbazone et thiosemicarbazone de l'ac. *p*-méthoxyphénylpyruvique. Dioxytriazine et sulfoxytriazine correspondantes. — **R. Jacquemin** et Mlle **G. Devillers** : Sur quelques éthers aminobenzoïques de l'éthanediol et du propanediol. — **P. Grammaticakis** : Action des organomagnésiens mixtes sur les phénylhydrazones des trialcoylacétophénones. — **M. Bassière** : Sur la structure de l'isocyanate de sodium.

*Séance du* 9 *Mai* 1938.

1° Sciences mathématiques. — **L. Couffignal** : Sur un problème d'analyse mécanique abstraite : la théorie de la réduction résulte de fonctions mécaniques. — **R. de Misès** : L'élément infinitésimal d'ordre $n$ d'une courbe gauche. — **H. Hamid** : Hypercongruence de l'espace euclidien à $n+1$ dimensions. — **B. de Sz. Nagy** : Sur des suites de facteurs multiplement monotones. — **Al. Ostrowski** : Sur quelques transformations de la série de Liouville-Neumann. — Mlle **M. Charpentier** : Sur les points de Peano de certains systèmes d'équations différentielles. — **Al. Ghika** : Sur la détermination des fonctions analytiques. — **S. Wachs** : Sur quelques propriétés des transformations pseudo-conformes avec un point frontière invariant. — **Et. Œchmichen** : Sur les enseignements du vol naturel ; applic. aux machines volantes capables de stationner en l'air. — **J. Tilho** : Remarques au sujet de l'héliostat. — **B. de Jekhowsky** : Sur un critérium pour l'identification des petites planètes. — **V. A. Nicolsky** : Méthode de calcul des dalles avec des moments d'inergie inégaux.

2° Sciences physiques. — **A. Datzeff** : Sur la distribution moyenne des électrons dans un atome complexe. — **A. Marques da Silva** : Sur la matérialisation d'un photon dans le champ d'un électron. — **J. Virgitti** : Etude théorique d'un transport d'ions par un courant de vapeur pour l'obtention de hautes tensions. — **N. Perakis**, **T. Karantassis** et **L. Capatos** : Mesure du moment atomique du rhénium tétravalent. — **Yeou Ta** : Sur la répétition de l'ensemble du spectre de vibration des molécules organiques au voisinage de chacune des fréquences (CH) de vibration, fondamentale ou harmonique. — **A. Guinier** : Diffusion des rayons X sous les très faibles angles, appliquée à l'étude de fines particules et de suspensions colloïdales. — **G. Carpéni** : Préparation, électrométrie et spectrographie U. V. de l'ac. glucohepto-ascorbique. — **P. Bonneman** et **M. Bassière** : Sur les acides phosphoriques condensés. Les polyphosphates. — **F. Trombe** : Isolement de l'europium métallique. — **R. Lauffenburger** et **M. Brodsky** : Etude du système $PO^4HNa^2 + 2\,ClNH^4 \rightleftarrows PO^4H(NH^4)^2 + 2\,ClNa$. — **J. Baron** et **P. Laffitte** : Sur l'inflammation de l'éther propylique normal. — **G. Vavon** et **R. Mathieu** : Sur l'hydrogénation des dérivés halogénés par le noir de platine.

*Séance du* 16 *Mai* 1938.

1° Sciences mathématiques. — **J. Drach** : Sur l'équation différentielle du 3e ordre des fonctions D elliptiques. — **H.-Ch. Lee** : Transformations des congruences hamiltoniennes. — **Ch. Ehresmann** : Les arcs analytiques d'un espace de Cartan. — **L. Pontrjagin** : Classific. des transformations d'un complexe $n+1$-dimensionnel dans une sphère $n$-dimensionnelle. — **A. Dvoretzky** : Sur les singularités des fonctions analytiques représentées par des séries de Dirichlet. — **K. Popoff** : Une extension de la notion de dérivée. — **V. A. Kostitzin** : Sélection naturelle et transformation des espèces du point de vue analytique, statistique et biologique. — **H. Pailloux** : Sur l'équilibre des membranes. — **L. Escande** : Indéterminations et solutions multiples dans l'écoulement par vanne de fond. Phénomène alternatif. — **S. Pivko** : Interactions d'une hélice fonctionnant au point fixe avec une aile sustentatrice. — **E. Esclangon** : L'aurore boréale du 12 mai 1938. — **H. Mémery** : Sur un indice de stabilité de l'activité solaire.

2° Sciences physiques. — **H. Deslandres** : Constante universelle des spectres de bandes. Attribution des raies de la bande à d'autres causes que la rotation de la molécule. — **B. Hostinsky** : Résolution d'un problème général de la théorie de la diffusion. — **G. Petiau** : Les fonctions propres des opérateurs fondamentaux de la théorie de l'électron de Dirac. — **J. Roubaud-Valette** : Nature du champ électromagnétique en relativité restreinte. — **E. Elchardus** : Etude de la tension superficielle de mélanges fondus à base de cryolithe. — Mlle **N. Choucroun** et **M. Arditi** : Mesure de moments électriques superficiels au sein d'un liquide. — **O. Te-Tchao** et Mlle **A.-M. Moulin** : Etat d'équilibre entre gros ions et ions produits par les rayons X dans un gaz. — Mlle **J. Brigando** : Etude comparative de quelques bases complexes. — **R. Chevallier** et Mlle **S. Mathieu** : Sur les propriétés magnétiques de l'hydroxyde ferrique. — **L. Néel** : Paramagnétisme d'électrons dans une bande rectangulaire. — **H. Steinhaus** : Localisation d'objets au moyen des rayons X. — **J. Duclaux** et **M. Amat** : Ultrafiltres et porosité graduée. — **R. Grégoire** : Sur le nombre de masse des isotopes stables des

éléments 43, 61, 85 et 87. — Mlle **M. Falinski** : Sulfate basique de Zr obtenu par hydrolyse des sulfates normaux. — **M. Lesbre** : Complexes organiques du plomb. — **J. Desmaroux** : Action des acides dilués sur les nitrocelluloses : observation d'empêchement stérique. — **M. Mathieu** et Mlle **Th. Petitpas** : Structure de solubilité des nitrocelluloses dénitrées. — **M. Mousseron** et **R. Granger** : Sur les dérivés monohalogénés du méthylcyclohexane. — **A. Boutaric** et **M. Engeldinger** : Recherches dilatométriques sur une résine synthétique. — **A. Silberstein** : Structure cristalline de quelques composés bromocupriques.

*Séance du 23 Mai 1938*

M. **P. de Peyerimhoff** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — **S. Bernstein** : Problème inverse de la théorie de la meilleure approximation des fonctions continues. — **L. Couffignal** : Solution générale, par des moyens mécaniques, des problèmes fondamentaux de la logique déductive. — **F. Châtelet** : Points rationnels et classification des courbes de genre un. — **M. Krasner** : Généralisation de la théorie locale des corps de classes. — **J. Potocek** : Remarque sur les chaînes de Markoff réversibles. — **D. Kosambi** : Les espaces des *paths* généralisés qu'on peut associer avec un espace de Finsler. — **Al. Ostrowski** : Modules des zéros des fonctions entières. — **H. Heins** : Un théorème d'existence dans la théorie de l'interpolation. — **J. Wolff** : Les trajectoires définies par l'équation $dz/dt = w(z) =$ fonction holomorphe à partie réelle positive dans le demi-plan D ($x > 0$). — **K.-P. Lee** : Directions de Borel des fonctions méromorphes d'ordre infini. — **J. Dufay** : Le spectre des noyaux cométaires et les bandes de la molécule CH. — **J. Lagrula** : Valeurs de la gravité au Sahara et au Soudan.

2° Sciences physiques. — **J. Roubaud-Valette** : La masse et la gravitation. — **G. Dechêne** : Etude d'un semi-conducteur en courant alternatif. — **H. Morin** : Sur un oscillateur de relaxation à lampe bigrille. — **J. Cabannes, J. Dufay** et **J. Gauzit** : Le sodium atmosphérique. — **J.-L. Andrieux** et **M. Chêne** : Préparation électrolytique et propriétés de PFe. — Mlle **M. Quintin** : Potentiel normal du Cd et rayon de l'ion Cd dans les solutions de benzènesulfonate. — **A. Michel-Lévy** et **H. Muraour** : Spectres métalliques obtenus en utilisant les explosifs brisants. — **J. Lecomte** : Spectres d'absorption infrarouges de dérivés trisubstitués du benzène. Symétrie du benzène. — **C. Carpéni** : Spectres d'absorption ultraviolets et constantes de dissociation des ène-diol-α-cétoniques. — **R. Rohmer** : Sur la déshydratation du sulfate de Co à 7 mol. d'eau. — **R. Perrot** : Sur l'aptitude réactionnelle du chlorure de nitrosyle. — **M. Godchot** et Mlle **G. Cauquil** : Sur l'obtention des deux acides méthyl-2-cyclohexanol-1-carbonique-1 stéréoisomères.

*Séance du 30 Mai 1938*

1° Sciences mathématiques. — **K. Yano** : L'espace projectif de M. D. van Dantzig. — **A. Froda** : Propriétés topologiques des fonctions de variables réelles. — **B. Salomon** : Sur des réducteurs dynamiques d'oscillations particulièrement applicables aux vibrations des arbres de machines. — **G. Delanghe** : Sur certaines propriétés générales d'équilibrage des machines à piston d'après la méthode des vecteurs tournants symétriques. — **H. Mineur** : Sur le potentiel de gravitation de la galaxie.

2° Sciences physiques. — **A. Blondel** : Influence de la définition des fuites magnétiques sur les propriétés du diagramme circulaire des moteurs d'induction. — **E. Sevin** : Sur le problème de l'agitation thermique en présence d'un champ de gravitation. — **P. Montagne** : Emploi de l'ammoniac comme carburant dans les moteurs à explosion. — Mlle **S. Veil** : Confrontations d'Ag à Pt et à Ni dans KI aqueux, et leur aspect électrostatique. — Mme **N. Winter-Klein** : Influence des tensions sur la variation d'indice de réfraction d'un verre. — **P. Gesteau** : Méthode pour l'étude des sources de radiations et des émulsions photographiques dans l'ultraviolet. — **M. Billy** et **A. Berton** : Spectres d'absorption par réflexion de substances solides dans le visible et l'ultraviolet. — **P. Mesnage** : Spectres de bandes des iodures alcalino-terreux. — **P. Jacquinot** : Effet Zeeman d'une série anormale de l'argon. — Mme **A. Vassy** : Cœfficients d'absorption de l'ozone dans la région des bandes de Chappuis. — **R. Audubert** et **J. Mattler** : Action des gaz sur les réactions photogéniques accompagnant la thermolyse de l'azoture de sodium. — **A. Guinier** : Nouveau type de diagramme de rayons X. — Mme **I. Curie** et **P. Savitch** : Le radioélément de période 3,5 h. formé dans l'uranium irradié par les neutrons. — Mme **S. Cotelle** et **M. Haïssinsky** : Préparation de couches minces de Th et d'Ac par électrolyse dans l'alcool éthylique. — **R. Delaplace** : La conductibilité thermique des carbures gazeux et la polarisation atomique. — **G. Ribaud** et **H. Gaudry** : Influence de la pression sur la vitesse de propagation sous pression constante, en régime uniforme, de la flamme dans les mélanges avec l'air du propane et du gaz de ville. — Mme **N. Demassieux** et **B. Federoff** : Déshydratation du sulfate double de Ni et de K. — Mme **R. Duval** : Stéréoisomérie des cobaltitrinitrotriammines. — **A. Gross** : Décomposition explosive avec flamme de l'acétylène. — Mme **Ramart-Lucas** : Structure et absorption des colorants aminés du triphénylméthane. — Mme **Y. Khouvine** et **G. Arragon** : Oxydation nitrique des dérivés méthylés du sorbose. — **Ch. Prévost** et **O.K. Houo** : Scission des alcools primaires et secondaires β-éthyléniques. — **L. Margaillan** et **X. Angeli** : Passage de l'acide stéarique à l'ac. oléique par déshydrogénation catalytique.

---

*Le Gérant* : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 11-38.